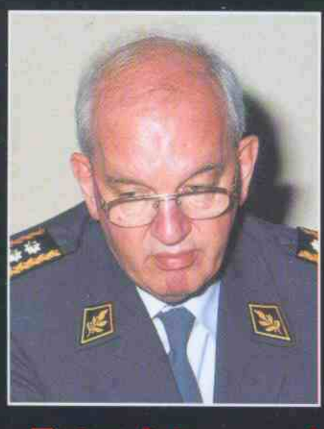
Revista de
Aeronáutica
Y ASTRONAUTICA

NUMERO 694 JUNIO 2000

LAS MATEMÁTICAS Y LA AVIACIÓN



Entrevista con el Jefe del Estado Mayor de la Fuerza Aérea de Suiza



El Cuartel General del Estado Mayor de la Defensa

2000: Año Mundial de las Matemáticas

Todo debe cambiar para que todo siga igual

Sumario



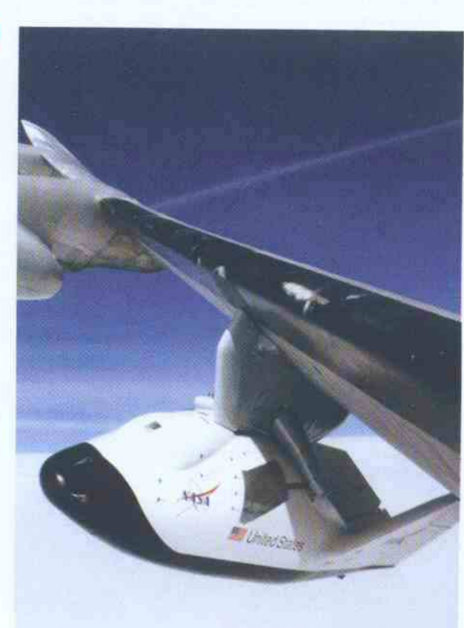
Nuestra portada: Año Mundial de las Matemáticas
Ilustración: José F. Clemente Esquerdo

REVISTA DE
AERONAUTICA
Y ASTRONAUTICA
NUMERO 694
JUNIO 2000

DOSSIER

El X-38: un vehículo para la estación ISS

La NASA está desarrollando un nuevo vehículo orbital concebido para el retorno de tripulaciones en situaciones de emergencia. El X-38, un prototipo de investigación, abre además las puertas a otros sistemas independientes de la actual lanzadera espacial.



ARTICULOS



Intranet del Ejército del Aire

En este momento, dentro de las dos facetas fundamentales de los servicios que la red Notes del Ejército del Aire proporciona a sus usuarios, existen más de 80 aplicaciones en producción, desarrolladas por la sección de Informática de la dirección de Sevicios Técnicos.

SECCIONES



Director:
Coronel: **Francisco Eytor Coira**

Consejo de Redacción:
Coronel: **Javier Guisández Gómez**
Coronel: **Fco. Javier Illana Salamanca**
Teniente Coronel: **Jesús Pinillos Prieto**
Teniente Coronel: **Santiago Sánchez Ripollés**
Teniente Coronel: **Fco. Javier García Arnaiz**
Teniente Coronel: **Gustavo Díaz Lanza**
Teniente Coronel: **Carlos Sánchez Bariego**
Teniente Coronel: **Joaquín Díaz Martínez**
Comandante: **Rafael de Diego Coppen**
Comandante: **Jesús Jiménez Olmos**
Comandante: **Antonio Mª Alonso Ibáñez**
Teniente: **Juan A. Rodríguez Medina**

SECCIONES FIJAS

AVIACION MILITAR: Teniente Coronel **Fco. Javier García Arnaiz**. AVIACION CIVIL: **José Antonio Martínez Cabeza**. INDUSTRIA Y TECNOLOGIA: Comandante **Julio Crego Lourido**. ESPACIO: **David Corral Hernández**. PANORAMA DE LA OTAN: General **Federico Yaniz Velasco**. EL VIGIA: **"Canario" Azaola**.. INTERNET: Comandante **Roberto Plà**. RECOMENDAMOS: Teniente Coronel **Santiago Sánchez Ripollés**. ¿SABIAS QUÉ?: Coronel **Emilio Dáneo Palacios**. BIBLIOGRAFIA: **Alcano.**

Preimpresión:
Revista de Aeronáutica y Astronáutica

Impresión:
Centro Cartográfico y Fotográfico del Ejército del Aire

Número normal................350 pesetas - 2,10 euros
Suscripción anual..........3.000 pesetas -18,03 euros
Suscripción Unión Europea ..6.400 pesetas -38,47 euros
Suscripción extranjero...7.000 pesetas -42,08 euros
IVA incluido (más gastos de envío)

REVISTA DE AERONAUTICA Y ASTRONAUTICA



EDITA: MINISTERIO DE DEFENSA

NIPO. 076-00-036-8
Depósito M-5416-1960 - ISSN 0034 - 7.647

Teléfonos
Director:.................................91 544 91 21
.................................91 549 70 00
.................................Ext. 31 84
MW:.................................95 67
Redacción:.................................91 544 26 12
.................................91 549 70 00
.................................Ext. 31 83
Suscripciones:.................................91 544 28 19
Administración:.................................91 549 70 00
.................................Ext. 31 84
Fax:.................................91 544 28 19

Princesa, 88 - 28008 - MADRID

NORMAS DE COLABORACION

Pueden colaborar con la Revista de Aeronáutica y Astronáutica toda persona que lo desee, siempre que se atenga a las siguientes normas:

1. Los artículos deben tener relación con la Aeronáutica y la Astronáutica, las Fuerzas Armadas, el espíritu militar y, en general, con todos los temas que puedan ser de interés para los miembros del Ejército del Aire.

2. Tienen que ser originales y escritos especialmente para la Revista, con estilo adecuado para ser publicados en ella.

3. El texto de los trabajos no puede tener una extensión mayor de OCHO folios de 32 líneas cada uno, que equivalen a unas 3.000 palabras. Aunque los gráficos, fotografías, dibujos y anexos que acompañen al artículo no entran en el cómputo de los ocho folios, se publicarán a juicio de la Redacción y según el espacio disponible.

Los trabajos podrán presentarse indistintamente mecanografiados o en disquetes Macintosh o MS-Dos, en cualquiera de los programas: Personal Editor, Word Perfect, Word, Assistant... etc. Si se trabaja en entorno Windows es preferible presentar los textos en formato ASCII.

4. De los gráficos, dibujos y fotografías se utilizarán aquellos que mejor admitan su reproducción.

5. Además del título deberá figurar el nombre del autor, así como su domicilio y teléfono. Si es militar, su empleo y destino.

6. Al final de todo artículo podrá indicarse, si es el caso, la bibliografía o trabajos consultados.

7. Siempre se acusará recibo de los trabajos recibidos, pero ello no compromete a su publicación. No se mantendrá correspondencia sobre los trabajos, ni se devolverá ningún original recibido.

8. Toda colaboración publicada será remunerada de acuerdo con las tarifas vigentes, que distingue entre artículos solicitados por la Revista y los de colaboración espontánea.

9. Los trabajos publicados representan exclusivamente la opinión personal de sus colaboradores.

10. Todo trabajo o colaboración se enviará a:

REVISTA DE AERONÁUTICA Y ASTRONÁUTICA
Redacción, Princesa, 88. 28008 - MADRID

LIBRERÍAS Y KIOSKOS DONDE SE PUEDE ADQUIRIR LA REVISTA DE AERONÁUTICA Y ASTRONÁUTICA

En **ASTURIAS**: LIBRERIA GEMA BENEDET. C/ Milicias Nacionales, 3. (Oviedo). En **BALEARES**: DISTRIBUIDORA ROTGERS, S.A. Camino Viejo Buñolas, s/n. (Palma de Mallorca). En **BARCELONA**: SOCIEDAD GENERAL ESPAÑOLA DE LIBRERIAS. Sector C. C/ Seis, s/n. Mercabarna - Zona Franca. LIBRERIA MIGUEL CREUS. C/ Congost, 11. En **BILBAO**: LIBRERIA CAMARA. C/ Euscalduna, 6. En **CADIZ**: LIBRERIA JAIME (José L. Jaime Serrano). C/ Corneta Soto Guerrero, s/n. En **GRANADA**: LIBRERIA CONTINENTAL. C/ Acera de Darro, 2. En **LA CORUÑA**: CENTRAL LIBRERA. C/ Dolores, 2-4. (El Ferrol). En **LA RIOJA**: LIBRERIA PARACUELLOS. C/ Muro del Carmen, 2. (Logroño). En **MADRID:** KIOSKO GALAXIA. C/ Fernando el Católico, 86. KIOSKO CEA BERMUDEZ. C/ Cea Bermúdez, 43. KIOSKO CIBELES. Plaza de Cibeles. KIOSKO PRINCESA. C/ Princesa, 82. KIOSKO FELIPE II. Avda. Felipe II. KIOSKO HOSPITAL MILITAR GOMEZ ULLA. Carabanchel. LIBRERIA GAUDI. C/ Argensola, 13. KIOSKO HOSPITAL DEL AIRE. C/ Arturo Soria, 82. KIOSKO PRINCESA. C/ Princesa, 77. KIOSKO QUINTANA. C/ Quintana, 19. KIOSKO ROMERO ROBLEDO. C/ Romero Robledo, 12. KIOSKO MARIBLANCA. C/ Mariblanca, 7. KIOSKO GENERAL YAGÜE. C/ General Yagüe, 2. KIOSKO FÉLIX MARTINEZ. C/ Sambara, 94. (Pueblo Nuevo). CENTRO DE INSTRUCCION DE MEDICINA AEROESPACIAL (CIMA). Cafetería. Hospital del Aire. PRENSA CERVANTES (Javier Vizuete). C/ Fenelón, 5. KIOSKO MARIA SANCHEZ AGUILERA ALEGRE. C/ Goya, 23. LIBRERIA SU KIOSKO C.B. C/ Víctor Andrés Belaunde, 54. GARCIA CASTELLANOS, MARIA. C/ Hacienda de Pavones, 194 (Galería de Alimentación). En **MURCIA**: REVISTAS MAYOR (Antonio Gomariz). C/ Mayor, 27. (Cartagena). En **VALENCIA**: LIBRERIA KATHEDRAL (José Miguel Sánchez Sánchez). C/ Linares 6, bajo. En **ZARAGOZA**: ESTABLECIMIENTOS ALMER. Plaza de la Independencia, 19. ESTABLECIMIENTOS ALMER. C/ San Juan de la Cruz, 3.

Editorial

Medalla Aérea colectiva para el destacamento Icaro

EL pasado día 7 de abril, Su Majestad el Rey, a propuesta del ministro de Defensa, concedió la Medalla Aérea con carácter colectivo al destacamento Ícaro del Ejército del Aire; con ello se ha querido reconocer la labor de un conjunto de unidades y personas que con su trabajo y esfuerzo han logrado y logran escribir una de las páginas más brillantes de la historia reciente del Ejército del Aire.

La Medalla Aérea con carácter colectivo es la más importante condecoración aeronáutica que se puede conceder en tiempo de paz a unidades militares. Precisamente esa característica de unidad formada con la colaboración de otras, de rotación de personal y de medios, aglutinando esfuerzos de muy diversas unidades, centros y organismos que son necesarios para su funcionamiento es uno de los factores que han influido en la concesión.

Tampoco se debe olvidar la eficacia y los resultados de las acciones del destacamento Icaro. Lo que inicialmente parecía un destacamento para unos pocos meses terminó convirtiéndose en una pequeña base aérea desplegable. Desde finales de 1994, en que llegaron a la base italiana de Aviano ocho F-18 y dos C-130 Hércules para unirse al CASA-212 que ya se encontraba en Vicenza, la actividad ha sido contínua e intensa. Se ha participado y se sigue participando en multitud de operaciones que han tenido distintos nombres, en sus momentos más críticos y en los que permitían un cierto respiro, pero todos ellos con un nivel de exigencia y precisión tremendamente demandantes.

GRACIAS a las operaciones llevadas a cabo día a día, ininterrumpidamente, durante los hasta ahora más de cinco años de vida del destacamento Ícaro, se han podido reconducir crisis humanitarias en estrecha colaboración con otras fuerzas aéreas de la OTAN, consiguiendo que fuesen acatadas y aplicadas las resoluciones de las Naciones Unidas para pacificar zonas en conflicto de la antigua Yugoslavia, protegiendo continuamente la labor de aquellos que sobre el terreno tienen que poner en práctica su aplicación y llevando la ayuda humanitaria a los que la necesitan.

Los momentos álgidos como la operación Deliberate Force, que terminó con el conflicto abierto en Bosnia, o la operación Allied Force, que permitió controlar la terrible crisis de Kosovo, no deben hacernos olvidar que las operaciones se mantienen de forma contínua todos los días y todas las noches, vigilando el cumplimiento de los acuerdos firmados y estando preparados para proteger, en todo momento y de la forma más inmediata, a las tropas desplegadas en las diversas zonas conflictivas. El desgaste que ello produce en el personal y el material es considerable.

PERO no sólo se trata de operar continuamente, sino de hacerlo además en espacio aéreo hostil, frente a sistemas defensivos antiaéreos eficaces, densos y muy activos, a los que se ha podido evitar a base de preparación y profesionalidad. Algunas aeronaves de otros países han sido derribadas por estos sistemas antiaéreos a lo largo de estos años, y si no ha habido más, no ha sido precisamente porque no se haya intentado, sino porque los aviones aliados no se han dejado. Todos recordamos el CASA-212 que recibió un impacto de misil en marzo de 1994, causando daños estructurales al avión y heridas a algunos pasajeros y que, gracias a la pericia de su tripulación, logró aterrizar sin que hubiese que lamentar consecuencias fatales.

La competencia, labor y esfuerzo del destacamento Ícaro también contribuye de forma muy importante al prestigio del Ejército del Aire español entre las Fuerzas Aéreas aliadas, con las que trabaja en estrecha colaboración y confianza mutua.

Esta Medalla Aérea de carácter colectivo es un reconocimiento a todas las unidades que han aportado y aportan su personal o medios para componer en alguna ocasión el destacamento Ícaro, y en especial a este personal que con su esfuerzo, profesionalidad y aceptación del riesgo está logrando grandes éxitos y representa un orgullo para todo el Ejército del Aire.

Pero además, la condecoración hace de alguna forma partícipe a todos aquellos que, sin estar directamente implicados, hacen posible la existencia del destacamento mediante el planeamiento, el apoyo, la logística o la gestión, el suministro contínuo a lo largo de los años y su mantenimiento. Todo el Ejército del Aire se siente orgulloso de su contribución al destacamento Ícaro.

¡Enhorabuena al destacamento Ícaro!, ¡Enhorabuena al Ejército del Aire!



Adquisición de PODs FLIR/LTDR

El día 14 del pasado mes de abril, el general jefe del Mando del Apoyo Logístico firmó con la empresa Rafael, de Israel, el contrato de adquisición de los PODs FLIR "Litening", de tercera generación, junto con su apoyo logístico asociado, de que va a ser dotado el Sistema de Armas EF-18 del Ejército del Aire.

La reciente experiencia en el conflicto de Kosovo ha mostrado que los PODs de primera generación de que dispone actualmente el Ejército del Aire no satisfacen los requisitos operativos actuales, ya que su capacidad de designación no es suficiente, lo que impidió realizar alguna de las misiones previstas.

En consecuencia, se decidió dar prioridad al programa de adquisición de nuevos PODs, lo que ha conducido a la adquisición del POD Litening, en servicio en otras Fuerzas Aéreas, que serán integrados en el EF-18 por el Centro Logístico de Armamento y Experimentación del Ejército del Aire, con el apoyo del contratista, estando prevista la recepción de los mismos, y su entrada en servicio operativo, el próximo año.

Dicho POD fue seleccionado mediante un concurso internacional y entre sus capacidades cabe destacar las siguientes:

• Sensor/captador de imágenes en la banda del espectro IR medio con un número de captadores de luz (pixels) de última generación que le permiten gran penetración y distancia de detección de blancos.

• Seguimiento de blancos (terrestres o aéreos) mientras se realiza el barrido (TWS).

• Seguimiento del láser mientras se realiza la asignación de un objetivo (LST).

• Sensor Electro óptico, con cámara diurna.

• Ángulo de visión doble, estrecho para designación y ancho para detección.

• Seguimiento puntual y de área.

• Zoom electrónico.

Desde el punto de vista de compensaciones industriales, la Compañía israelita Rafael ha firmado un acuerdo con la española TECNOBIT por la que esta última recibirá la tecnología y el entrenamiento necesarios para llevar a cabo el mantenimiento integral en España de los PODs adquiridos, aparte de participar en nuevos desarrollos y en la producción para el suministro de estos PODs a otros países que los adquieran a través de la Compañía Rafael.

Integración del software del EF-18 para operar en el polígono ACMI del Mar del Norte y el ejercicio NOMAD

Durante los días 20 al 24 de marzo pasado, dos EF-18 del Ejército del Aire han realizado con éxito los ensayos en vuelo de verificación y validación de un parche al software operativo en servicio, que integra el pod ACMI (Air Combat Instrumentation System) de British Aerospace Systems en el EF-18. Como resultado de esta integración, y por primera vez desde la definición del ejercicio en 1995, el EF-18 podrá operar en óptimas condiciones en el ejercicio WNOMAD del 2000, frente a las más limitadas posibilidades de empleo en los ejercicios anteriores.

Este hecho, aparentemente aislado y poco conocido, significa un avance cualitativo muy importante en la capacidad de adaptación tecnológica del Ejército del Aire a las nuevas necesidades operativas, además de la autoestima, confianza en el futuro y reconocimiento internacional que reporta a España formar parte del restringido grupo de países capaces de integrar equipos, pods, armamento, etc., de forma autónoma en su software operativo. Ningún otro país con F-18 o F-16, a excepción de los Estados Unidos, es capaz de hacerlo sin contar en el proceso con algún intermediario industrial de terceros países.

El proceso de la integración ha sido bastante complejo, Ha requerido, en primer lugar, identificar los elementos clave de la misión, establecer los contactos necesarios y una preparación muy minuciosa, seguido de la celebración, el pasado mes de febrero, de una reunión de trabajo en los laboratorios de British Aerospace Systems en Coningsby (Reino Unido). Los ingenieros del CLAEX (Centro Logístico de Armamento y Experimentación han desarrollado un ICD (Interface Control Document) capaz de comunicar el pod del ACMI con el F-18, que permite al avión actuar en los polígonos instrumentados existentes en toda la gama de escenarios. Es preciso, no obstante, aclarar que en cada polígono concreto (Nellis para el Red Flag, Alaska para el Cope Thunder, o Deccimonnanu en Italia) se precisa modificar convenientemente el software de la estación terrestre, en función de los parámetros y características específicos definidos en el documento de interfase del EF-18 (ICD), de manera similar a la adapta-



Los EF-18 españoles podrán utilizar ACMI del Mar del Norte con toda su capacidad en el Ejercicio NOMAD.





E-3 de la RAF, integrado en NAEWF.

ción que ya se ha realizado para el Polígono del Mar del Norte.

En conjunto, este proceso de integración ha supuesto una decisiva apuesta por la capacidad tecnológica y de diseño del CLAEX, capaz de generar un software que responde con precisión, rapidez y eficacia a las necesidades operativas de la flota de EF-18 en el futuro. En este sentido, la experiencia adquirida va a facilitar, sin duda, la integración de los nuevos sistemas autónomos AACMI (Autonomous Air Combat Maneouvre Instrumentation), actualmente en proceso de adquisición. El Ejército del Aire se verá beneficiado con la reducción sensible de costes globales y la flexibilización de los plazos de entrada en servicio al no necesitar ningún intermediario tecnológico.

El ejercicio NOMAD 2000, definido por el Mando de Combate como ejercicio prioritario para este año, es el quinto que se celebra desde su creación en 1995, cuando los Estados Mayores de Bélgica, España, Francia y Reino Unido decidieron aprovechar las instalaciones del polígono ACMI del Mar del Norte para realizar combates disimilares multibogie en escenarios reales. En la actualidad, Suiza y Dinamarca se han unido a este ejercicio. Previo a la realización de los vuelos se celebra un seminario, en el que se presentan las innovaciones en armamento, concepto de empleo, tácticas, técnicas y procedimientos a emplear.

En el ejercicio, los países antes mencionados componen una agrupación aérea que dispone de aviones F-16, F-18, Tornado ADV, Mirage 2000 y E3C (AWACS) desplegados en la base aérea de Waddington. Además, para determinadas misiones y escenarios, participan de forma externa, con pods ACMI, F-15 norteamericanos (Lakenheath), F-16 holandeses (Volkel), Tornados, GR1/4, Jaguar, Harrier y Nimrod británicos desde sus bases de origen.

Comienza la modernización de los AWACS

Boeing, fabricante del E-3A AWACS de la Fuerza de Alerta Temprana Aerotransportada (NAEWF) de la OTAN y de la que España forma parte, ha comenzado los trabajos para poner al día el primer avión con el "Programa de Modernización a Medio Plazo". Esta modernización abarca ordenadores, pantallas navegación, comunicaciones y sistema de identificación de blancos. Los trabajos se desarrollarán en diversos lugares de Estados Unidos, y acabarán afectando a los 17 aviones que componen la flota OTAN.

Al mismo tiempo han terminado los trabajos para unificar a todos los aviones con el Programa de Mejora del Sistema Radar (Radar System Improvement Program, RSIP), mediante el sistema de "kits" de trabajo. Esta modificación se ha llevado a cabo en instalaciones alemanas de la empresa DASA y además abarca a los E-3 británicos y 4 de la USAF.

Italia amplía su número de C-130J

Italia ha ejercido sus opciones para compra de más C-130J y ha ordenado 2 C-130J más, al mismo tiempo que cambiaba su solicitud anterior para que seis de los aviones que había ordenado, lo fuesen para la versión C-130J-30, que es más alargada.

Con estas órdenes resultará que Italia habrá hecho pedidos en lo que va de año por 22 C-130J, 10 de los cuales son de la versión alargada. La intención es que el primero de los aviones encuentre en Italia este mismo verano.

Estas órdenes tienen su lógica, pues se ha comprometido con Alenia adquiriendo el año pasado 12 aviones Lockheed Martin Alenia Tactical Transport System (LMATTS) C-27J Spartan, que es un desarrollo conjunto de Lockheed y Alenia sobre el antiguo G-222, para incorporarle cabina, motores y otros equipos comunes con el C-130J.

El C-27J es un avión de la clase de 10 Tm de carga de pago que está en competencia directa con el CASA-295 en los mercados internacionales en los mismos segmentos de aviones de carga. La aeronautica italiana actúa como cliente lanzador del C-27J, del mismo modo que el Ejército del Aire actúa como cliente lanzador del CASA-295.

Sin embargo, la orden de C-130J italiana podría afectar muy desfavorablemente al desarrollo del A-400M, ya que inicialmente Italia había solicitado 44 aeronaves y con estos C-130J puede que reconsidere esta cantidad, o incluso su participación. Si esto fuese así, de los siete socios del programa FLA (Alemania, Bélgica, España, Francia, Italia, Reino Unido y Turquía) resulta que tres de ellos se encontrarían con grandes dudas con respecto al Airbus A-400M, Alemania, Italia y Reino Unido. El primero de estos países mira muy de cerca el Antonov-70, el segundo se ha decidido en parte por el C-130J, y por su parte el Reino Unido necesita a corto plazo C-130J y C-17. Si el número de peticiones iniciales de A-400M no fuesen suficientes, su prejuicio podría llegar a ser excesivamente elevado para los países interesados y cancelarse el programa.



Italia adquirirá más C-130J ¿Nuevo golpe al A-400M?

Nuevo tipo de anti-g que permite soportar las 12 ges

Una empresa suiza ha desarrollado un nuevo tipo de traje anti-g basado en simples e innovadores conceptos, que parece permitir que los pilotos de combate puedan soportar hasta 12 ges.

En términos aeronáuticos, 1 "ge" es la aceleración causada por la gravedad, 9,8 mts/seg2. Cuando los aviones maniobran, se ven sometidos a aceleraciones normalmente causadas por la fuerza centrífuga que se desarrolla en los virajes. Esta fuerza centrífuga se suele aplicar en el eje vertical de la aeronave, es decir de la cabeza del piloto hacia sus pies. Hasta hace pocos años, la estructura del avión era normalmente el factor limitativo en cuanto a la inducción de estas fuerzas centrífugas, y por lo tanto de la capacidad de maniobra y viraje de los aviones. Hasta los años 50, la estructura de las aeronaves normalmente era capaz de soportar maniobras que produjesen aceleraciones equivalentes a 4,5 veces la fuerza de la gravedad, es decir 4,5 "ges". Posteriormente las estructuras lograron soportar aceleraciones de 7 "ges". Hoy día lo normal es que los aviones puedan desarrollar y soportar maniobras de 9 "ges", previéndose que la próxima e inminente generación de aviones de combate se moverá en el marco de los 12 "ges".

De esta forma se ha pasado de que el avión sea el factor limitativo a que lo sea el piloto, que en condiciones normales no soporta más de 5 "ges" sin perder la conciencia debido a que la sangre no puede ser bombeada por el corazón hacia la parte superior del cuerpo, y por lo tanto al cerebro, por encima de esa aceleración. Además, al verse sometido todo su cuerpo a un peso varias veces superior al normal, el movimiento, la respiración y el simple hecho de hablar entrañan gran dificultad. Para prolongar la resistencia más allá de los 5 "ges" se utiliza la combinación de trajes anti-g, respiración forzada con aire a presión y esfuerzos musculares. Los trajes anti-g actuales consisten en prendas que llevan en su interior bolsas hinchables por aire. Cuando las fuerzas "ge" superan un determinado nivel, un sistema de avión comienza a hinchar a través de un tubo las bolsas produciendo la comprensión de la parte inferior del cuerpo, y por lo tanto impidiendo que la sangre se desplace hacia allí. Con la nueva capacidad de los aviones, otro problema añadido es el de la velocidad de alcance de las fuerzas "ge". Hoy día los aviones pueden producir "ges" tan rápidamente que los sistemas antiguos de soplado no pueden hacerlo a la misma velocidad, y cuando las bolsas se han hinchado para contrarrestar los "ges", el piloto ya ha perdido el conocimiento. Casi todos los últimos desarrollos se han orientado en incrementar la velocidad de respuesta de los sistemas de soplado. Sin embargo, con estos sistemas, incluso con los más perfeccionados y complicados, como el del EF-2000, la resistencia por encima de los 9 "ges" es casi imposible.

El traje anti-g permite a los pilotos soportar mejor las fuertes aceleraciones.

El sistema desarrollado por la empresa suiza no está basado en aire, sino en un líquido similar al agua. Además, es totalmente autónomo, es decir que no necesita un sistema sensor y bombeador en el avión y es muy ligero y confortable. La idea es simple, se trata de un traje completo de cuello a pies, recorrido por tubos estrechos verticales llenos parcialmente del líquido, que en total es algo más de un litro. Cuando actúa la aceleración sobre el cuerpo, también actúa sobre el líquido, que se desplaza hacia la parte inferior produciendo una compresión proporcional a los "ges" inducidos. El adecuado diseño de los tubos, consigue que ese desplazamiento de líquido sea más rápido que el de la sangre, por lo que también logra solucionar el problema de la rapidez de inducción de "ges". Este traje puede ir debajo del mono de vuelo, o incluso sustituirlo en alguna de sus versiones previstos.

El nuevo traje anti-g, que se denomina Libelle, está siendo probado por las Fuerzas Aéreas alemanas, suizas y estadounidenses. Esta última Fuerza Aérea lo comprueba en la base de Edwards, y los resultados están siendo muy satisfactorios. Por otro lado, la Fuerza Aérea suiza pretendía presentarlo en la conferencia de EURAC correspondiente al mes de junio de 2000, pero ha preferido postponerlo hasta la siguiente conferencia en el mes de octubre debido a la coincidencia de la primera con el festival ILA-2000, lo que podría hacerlo perder cierto protagonismo.

Breves

❖ Las **operaciones ETOPS** se han generalizado de una forma realmente espectacular en las rutas del Atlántico Norte, pero son las compañías estadounidenses las que se han inclinado de manera mayoritaria por ese tipo de operación. Un 75% de los servicios de esas compañías en el Atlántico Norte son llevados a efecto con birreactores de largo alcance. Las compañías europeas sólo cubren un 55% de sus servicios en esa zona con tal tipo de avión.

❖ Estados Unidos y el Reino Unido han establecido un acuerdo bilateral cuyos principales beneficiarios son las compañías **US Airways** y **Virgin Atlantic Airways**. Según sus términos, US Airways podrá establecer vuelos entre Pittsburg y Londres mientras Virgin Atlantic Airways conservará el derecho de realizar la ruta Londres - Chicago.

❖ **Boeing Business Jets** está examinando la posibilidad de poner en el mercado una versión ejecutiva del Boeing 757-200ER.

❖ **Scandinavian Airlines System** (SAS) ha firmado el anunciado contrato con Airbus Industrie para la adquisición de seis **A330-300**, cuatro **A340-300** y doce **A321**. Las entregas de todas aeronaves tendrá lugar entre 2001 y 2004.

❖ **Bombardier Aerospace** ha establecido una carta de intenciones con las compañías Comair y Atlantic Southeast Airlines, pertenecientes al grupo Delta Air Lines, de acuerdo con la que se adquirirán en firme 94 birreactores regionales CRJ, 69 del modelo **CRJ 200** y 25 del modelo **CRJ 700**. Se han asegurado además opciones por 406 unidades adicionales. La operación significa un volumen económico superior a los 2.000 millones de dólares estadounidenses. Los aviones serán entregados entre los años 2001 y 2004.

❖ **BAe Systems** ha lanzado oficialmente la familia **Avro RJX** de reactores regionales aunque hasta el presente no ha sumado ningún encargo de esa actualización del veterano Avro RJ.

❖ **Boeing** está ofreciendo a algunas compañías aéreas una versión de alcance extendido (ER, «extended range») del 747-400,

La siniestralidad se redujo el pasado año según OACI

El 3 de abril se hicieron públicas en Montreal las estadísticas de seguridad del transporte aéreo en 1999 elaboradas por la OACI (Organización de la Aviación Civil Internacional) con la información preliminar disponible hasta entonces.

De acuerdo con el estudio de la OACI, durante el año 1999 se produjeron 20 accidentes con víctimas mortales en vuelos regulares realizados con aeronaves de un peso máximo de despegue por encima de los 2.250 kg. Las víctimas mortales en cuestión ascendieron a 492, que se comparan muy favorablemente con los 905 pasajeros fallecidos en los 20 accidentes acaecidos durante el año 1998. El número de pasajeros movidos en 1999 por los vuelos considerados en el estudio superó la cifra de los 1.500 millones. De acuerdo con ello se produjeron 0,02 víctimas mortales por cada 100 millones de pasajeros-km. en 1999 frente a 0,035 en el año 1998.

En cuanto a los servicios no regulares se refiere, sucedieron en 1999 un total de 24 accidentes en aviones con un peso máximo de despegue de 2.250 kg., uno menos que en 1998. Se registraron 142 víctimas mortales en esos accidentes de 1999 frente a las 210 del año 1998.

La OACI destaca que 6 de los 24 accidentes acaecidos en servicios no regulares en 1999 afectaron a aviones cargueros, lo que ha creado una cierta inquietud entre las autoridades aeronáuticas acerca de las condiciones en las que operan algunas compañías de transporte de carga. Es previsible que en un futuro no muy lejano se adopten medidas al respecto.

Cámaras de vídeo en las cabinas de vuelo

El pasado 11 de abril el National Transport Safety Board estadounidense (NTSB) pasó a la acción en el asunto de la instalación de cámaras de vídeo en las cabinas de vuelo (ver RAA de abril de 2000). En esa fecha se dirigió oficialmente a la Federal Aviation Administration (FAA), solicitando que se introduzca en las normas la obligatoriedad de incorporar cámaras de vídeo protegidas contra impactos en el interior de las cabinas de vuelo de la gran mayor parte de los aviones comerciales certificados en Estados Unidos, conectadas a un sistema de grabación capaz de conservar las imágenes correspondientes a las 2 últimas horas de operación. Las cámaras deberían ser posicionadas de tal manera que graben en color la perspectiva de la cabina entera incluyendo cada posición de control y cada acción efectuada por los pilotos, a una cadencia de imágenes que permita apreciar el desarrollo de sus actividades.

El NTSB pide que los sistemas de vídeo en cuestión sean incorporados en todos los aviones operados comercialmente bajo las normas FAR 121, FAR 125 y FAR 135, que cubren los casos de prácticamente todas las compañías aéreas. Sería un nuevo sistema en adición a los ya obligatorios registradores de datos de vuelo (FDR) y de conversaciones en cabina (CVR). Al igual que sucede con ambos, los grabadores de vídeo deberían ir situados preferentemente en una zona «segura» y deberían contar con un sistema de suministro de energía eléctrica de emergencia, que se pondría en marcha de manera automática en caso de fallo del suministro normal y permitiría grabar hasta un máximo de 10 minutos.

El organismo estadounidense de seguridad en el transporte considera que los aviones en servicio actualmente deberían tener instalado un sistema de vídeo de esas características antes de la fecha límite del 1 de enero de 2005, si bien todos los aviones que salgan de fábrica a partir del 1 de enero del 2003 deberían estar equipados con dos sistemas de vídeo de las mismas características, pero en este caso uno de los grabadores debería ir en el extremo posterior del fuselaje tan alejado de la cabina de vuelo como se pueda, y el otro tan cerca de ella como sea posible.

Aerolíneas Baleares adquiere aviones Boeing 717-200

La compañía aérea española Aerolíneas Baleares, filial de Spanair, dio a conocer a mediados de abril su intención de adquirir 3 aviones Boeing 717-200 y de establecer opciones por 17 unidades más. Las entregas de los aviones adquiridos en firme debían comenzar en este mes de junio, según se indicó en tal ocasión.

Ventas de Boeing y Airbus Industrie en el primer trimestre

En las estadísticas correspondientes al primer trimestre del presente año, he-



Airbus Industrie busca una cuota estable de mercado del 60%. En la imagen un A330-200 de Sri Lankan. -Airbus Industrie-

chas públicas por Boeing y Airbus Industrie, la firma estadounidense declaró un total de 128 aviones vendidos mientras la europea Airbus Industrie listó 59 ventas. Mostradas en forma de totales, esas cifras hacen pensar en una recuperación de Boeing frente a la «victoria» obtenida por Airbus en el pasado año. Desafortunadamente la decisión adoptada por aquella a finales de 1999 en el sentido de incluir supuestas operaciones con clientes que -dice- no desean ser identificados, arrojan de nuevo la duda sobre esa comparación.

La estadística de Airbus Industrie sólo registra clientes identificados con nombre y fecha de contrato, mientras el listado suministrado por Boeing atribuye a clientes no identificados un total de 73 aviones, por lo cual son sólo 55 los aviones cuyo cliente figura reseñado taxativamente. En los clientes no identificados, según las cifras de Boeing, figura una partida de 50 aviones 737-700 adquiridos el 8 de marzo. Se ha especulado con que ese misterioso cliente no es otro que ILFC (International Lease Finance Corporation), pero esa compañía ha mantenido hasta el momento de redactar estas noticias un mutismo absoluto acerca de semejante posibilidad.

Boeing afirma que «muchas compañías aéreas prefieren permanecer en el incógnito por razones de competencia o bien hasta que consiguen la financiación pertinente». Si ese hecho se da en el caso de Boeing, es evidente que debería pasar lo mismo en el caso de Airbus Industrie, pero en la práctica obviamente no es así. Tamaña disparidad es más que suficiente como para considerar que con la nueva contabilidad de Boeing, como mínimo, no se pueden evaluar en condiciones de homogeneidad los resultados de ambas compañías para desgracia de aquellos que tienen la obligación de informar.

Entre las ventas de Boeing cuyos destinatarios no figuran en el anonimato, figura la de 8 aviones 777-300ER a la compañía Japan Airlines fechada el 31 de marzo. De esa manera la compañía japonesa se ha convertido en primera cliente de esa nueva versión del 777 que fue lanzada de manera oficial por Boeing y General Electric el 29 de febrero pasado (ver RAA de mayo de 2000).

Con independencia de lo que ya se ha instaurado como una guerra de cifras en toda regla y donde todo parece valer, Airbus Industrie insiste en sus pretensiones de ocupar el número uno mundial en la producción de aviones comerciales. En ese sentido su máximo responsable comercial, John Leahy, ha afirmado recientemente que el objetivo futuro de Airbus Industrie consiste en obtener un 60% estable de cuota de mercado. Por el momento considera factible que este año las ventas de su compañía y de Boeing se repartan en un porcentaje próximo al 50%, con unas cifras que oscilarían alrededor de los 350 aviones comprometidos.

Breves

como un paso en favor de su campaña en torno del programa genéricamente conocido como **747X** y en un intento de contrarrestar las operaciones de Airbus Industrie en busca de introducir el **A3XX** en el mercado del Pacífico. El **747-400ER** parece tener un peso máximo de despegue del orden de los 415.000 kg. y, en caso de ser lanzado finalmente, su entrada en servicio podría tener lugar en el año 2002.

❖ **Airbus Industrie** estudia la posibilidad de construir una versión del **A340-500** con mayor peso máximo de despegue en una operación llamada a competir con el recién lanzado 777-200LR. El aumento de peso sería del orden de los 6.000 kg.

❖ La Defense Advanced Research Projects Agency estadounidense (DARPA) editó el pasado marzo una RFI («Request For Information»), referente a la realización del programa QSP («Quiet Supersonic Platform») de reducción de ruido de las aeronaves supersónicas. Forma parte de un programa considerablemente más amplio y ambicioso cual es la realización de un avión supersónico de reconocimiento de largo alcance. Como ya se ha comentado en anteriores oportunidades, un directo beneficiario sería el reactor de negocios supersónico en el que trabajan **Lockheed Martin** y **Gulfstream**.

❖ La compañía **Britten-Norman**, especialmente conocida por sus aviones ligeros **Islander**, **Trislander** y **Defender**, quebró en abril después de numerosas vicisitudes e intentos fallidos de sacarla a flote. Si en breve no se consigue un comprador, Britten-Norman desaparecerá definitivamente.

❖ Las estadísticas del grupo **Air France** correspondientes al ejercicio 1999 han arrojado unas cifras muy optimistas. Air France aumentó un 10,6% el número de pasajeros transportados en ese ejercicio. Los buenos resultados han sido extensibles a las principales compañías francesas, donde destacaron Proteus/Flandre Air, Brit Air y Regional Airlines con incrementos respectivos del 36,3%, 31,7% y 24,4% en el volumen de pasajeros.

INDRA gana el concurso de la US NAVY para modernizar los simuladores del F-14

La empresa española Indra se ha anotado un nuevo éxito al ser elegida en concurso internacional por la Marina norteamericana para modernizar tres simuladores de su avión de superioridad aérea F-14, también llamado Tomcat.

Indra ha ganado el concurso contra el gigante Boeing, suministrador de los simuladores para el Tomcat, después de una primera selección entre ocho competidores, de los que Indra era el único no estadounidense. La mejor oferta técnica ofrecida por INDRA inclinó la balanza a su favor durante el concurso, siendo una de las claves para ganarlo.

El contrato asciende a 7.9 millones de dólares, aproximadamente unos 1350 millones de pesetas, abriendo un negocio potencial para la empresa española de entre 25 y 35 millones de dólares para los próximos cinco años (de 4250 a 6000 millones de pesetas).

Indra, que ya es el suministrador de los simuladores del avión de despegue vertical Harrier AV-8 Plus de los marines, se convierte ahora en el proveedor preferido de simuladores para una nueva plataforma, el F-14 de la marina norteamericana, garantizando trabajo continuo durante los próximos veinte años.

Indra ya era proveedora de la Armada norteamericana, tanto en el área de simulación como en el de sistemas automáticos de prueba, para el avión de combate Harrier. Dentro de este programa, en el que participan las Armadas de España, Estados Unidos e Italia, Indra es la empresa líder en ambos segmentos.



Simulador del Harrier de la empresa Indra.

Con esta nueva adjudicación, Indra se consolida como único suministrador extranjero de simulación en los Estados Unidos e incrementará su presencia local, actualmente situada en Washington y Orlando , desde donde se dirigirá este contrato.

Boeing, Loockheed Martin, BAE Systems Y Raytheon, crearán un mercado comercial entre empresas del sector aerospacial y de defensa

Un grupo empresarial del sector aerospacial y de defensa compuesto por The Boeing Company, Lockheed Martin Corporatión, BAE Systems, Raytheon Company, y Commerce One, líder en productos de comercio electrónico interempresarial, acaban de crear una compañía independiente que desarrollará el intercambio comercial en internet para la industria aerospacial y de defensa.

Este servicio, creado a partir de la solución MarketSite Portal Solution de Commerce One, basada en tecnología de Microsoft, será un mercado electrónico seguro, en el que compradores y vendedores de todo el mundo podrán llevar a cabo transacciones comerciales.

La industria aerospacial y de defensa genera unas ventas civiles y militares de más de 400.000 millones de dólares. Actualmente, los cuatro principales participantes en este nuevo proyecto comercial operan en todo el mundo con más de 37000 proveedores, cientos de aerolíneas y clientes gubernamentales, y todos ellos serán invitados a participar en este mercado. Boeing adquiere 38.000 millones de dólares en productos y servicios; Lockheed Martin, 13000 millones, lo que genera unas compras conjuntas estimadas en 71.000 millones de dólares.

Vance Coffman, presidente de Lockheed, ha comentado que este sistema de intercambio internacional transformará el comercio de la industria aerospacial y de defensa a escala mundial. Se trata de un catalizador que establecerá un modelo de comercio electrónico entre empresas a medida que aumenta su uso.

Las cuatro compañías han firmado un memorándum de entendimiento para dar forma a la nueva iniciativa. Las partes esperan establecer en breve un acuerdo definitivo y formaran una nueva compañía que poseerá y operará el sistema de intercambio. Se espera inaugurar este mercado basado en la web a mediados de este año.

Según las condiciones del memorándum, los socios fundadores acuerdan inicialmente una participación igualitaria en la nueva entidad. El 20% de las acciones se han reservado para otras empresas participantes y empleados de la nueva compañía. Commerce One tendrá un 5% de las acciones.

Los tipos de productos aerospaciales y de defensa, servicios y datos técnicos que pueden tratarse en el sistema de intercambio son ilimitados. Entre otros figuran las materias primas, piezas fungibles como cierres, ajustes y soportes, datos técnicos, componentes de aeronaves, componentes electrónicos de defensa, piezas de repuesto posventa y miles de productos más.

Un avión de tipo medio contiene unos seis millones de piezas y su mantenimiento se basa en miles de paginas de documentación técnica. Además, el mercado será un foro electrónico para productos indirectos y servicios que las compañías aerospaciales, aerolíneas y sus proveedores necesitan para efectuar sus negocios.

Commerce One es el líder en productos y servicios de comercio electrónico global para empresas. Gracias a sus capacidades y tecnología dará acceso a los mercados internacionales desde cualquier lugar, en cualquier momento y en cualquier sitio. La Comerce One Global Trading Web es la mayor comunidad de negocios entre empresas del mundo.

La RAF comienza el entrenamiento de los pilotos y mecánicos del C-130J usando un sistema desarrollado por Reflectone

La compañía Reflectone ha desarrollado un sistema de entrenamiento completo para el C-130J en colaboración con el UK MOD/ RAF y Lockheed Martin Aeronautical System. Localizado en las instalaciones de la RAF en Lyneham, el sistema incluye lo siguiente:

- Paquete de apoyo logístico que cubre el mantenimiento del sistema durante cinco años a suministrar por Reflectone.
- Software de entrenamiento "Courseware", incluyendo instrucción asistida por ordenador (CAI Computer Aids Instruction).
- Sistema de Información de Gestión de Entrenamiento; una aplicación basada en PC usada para almacenar y gestionar información sobre cursos, estudiantes, y dispositivos de entrenamiento.
- Dos Simuladores de Misión Dinámica (DMS Dynamic Mission Simulator).
- Dos Dispositivos de entrenamiento de vuelo.
- Un conjunto de tres entrenadores de mantenimiento de diferentes componentes de avión.
- Un entrenador de cabina para mantenimiento del sistema de aviónica.
- Un entrenador de cabina trasera.
- Un edificio para albergar el sistema completo.

El primer DMS fabricado por Reflectone junto con el resto de dispositivos de entrenamiento han sido aceptados por la RAF y las tripulaciones han empezado a entrenar.

La RAF espera tener mas de 500 alumnos cada año en Lyneham. El personal de vuelo recibirá 120 horas de entrenamiento asistido con ordenador, además de instrucción de simulador y clases. El personal de mantenimiento recibirá 100 horas de instrucción asistida por ordenador junto con clases y entrenamiento en diversos dispositivos de mantenimiento.

El DMS consta de un sistema visual que apoya la navegación visual a bajo nivel, reabastecimiento en vuelo, búsqueda y rescate, operaciones tácticas y uso de gafas de visión nocturna. Es posible conectar los simuladores en red y usar tecnología de simulación interactiva distribuida que permite ejercicios de entrenamiento con varios aviones a la vez.

Reflectone es una compañía de British Aerospace dedicada al desarrollo de soluciones de simulación y entrenamiento en aviación. La compañía fabrica simuladores de vuelo completos para uso civil y militar y ofrece un rango de servicios de soporte y entrenamiento.



Hércules C-130 J.



León aparece como la principal candidata para la escuela de pilotos de la EADS

Uno de los principales responsables de la compañía aerospacial EADS, el alemán Manfred Bischof, viajó a León en compañía del presidente de la Sepi, el leonés Pedro Ferreras, para dar detalles del proyecto de la escuela de pilotos de combate, una de cuyas alternativas de ubicación es la ciudad de León.

El futuro complejo de entrenamiento de pilotos de la Empresa Aeronáutica de Defensa y del Espacio (EADS) estará basado en entrenamientos teóricos, computerizados, y simuladores y vuelo real, desarrollándose en varias fases.

Por un lado se creará el centro europeo de entrenamiento del Eurofighter, futuro caza europeo donde España tiene una participación del 13% en su desarrollo. Estas instalaciones tendrán que estar terminadas a finales del 2002, fecha en la que se entregaran los primeros EF-2000 a las Fuerzas Aéreas de Alemania, Italia y España.

Esta previsto adiestrar a 800 pilotos de cuatro países, con un máximo de cien al año y 10.000 horas de vuelo por ejercicio. La operatividad del centro, junto con la dotación de equipamientos y servicios, requerirá directa e indirectamente un total de 2400 puestos de trabajo.

Por otro lado se creará el centro de adiestramiento conjunto europeo, que nace de la iniciativa Eurac (European Air Chief´s Conferen-



ce), cuyo objetivo es el desarrollo de un nuevo avión tipo caza de entrenamiento militar, y un centro específico para la preparación de pilotos militares.

Esta última área es fundamental para los intereses industriales españoles, ya que la principal responsabilidad industrial de CASA en EADS será la división de transporte militar, mercado en el que hasta las diez toneladas, CASA es el primer fabricante y vendedor mundial.

Con el nuevo proyecto del transporte A400M, de mayor capacidad y alcance que los aviones de CASA, la compañía española liderará toda esta línea de negocio y controlará el ciclo tecnológico y de mantenimiento.

La decisión de situar este centro de entrenamiento en España responde al compromiso derivado de la integración en la EADS, en diciembre pasado, del grupo alemán DASA, el francés Aerospatiale-Matra y la española CASA, lo que dio lugar al primer grupo aerospacial europeo.

Una vez confirmada España como sede de ese centro de entrenamiento de pilotos, sólo falta por decidir que sea León la zona elegida. De momento es la única propuesta y será el consejo de la EADS quién decida. Esta decisión no se tomará hasta después de junio, cuando se constituya el consejo de administración.

La integración de CASA en la EADS prevé unas inversiones de casi 62000 millones de pesetas en nuestro país hasta el año 2001. Esta cifra se incrementaría notablemente si España acogiera también el proceso de ensamblaje del futuro avión militar A400M. El plan industrial prevé también que las inversiones en I+D serán de unos 115.000.

Boeing y GKN Westland unen su experiencia para la modernización del Apache

Los gobiernos americano y británico están en disposición de firmar un MoU (Memorandum of Understanding) con el objetivo de trabajar conjuntamente en el desarrollo de las futuras mejoras del helicóptero de ataque Boeing AH-64D Longbow Apache, que GKN Westland está construyendo en el Reino Unido con la denominación WAH-64.

El acuerdo, que se prevé sea firmado en pocos meses, supondrá transferencia de tecnología británica al programa Apache.

GKN Westland ya ha entregado al Ejercito británico el primero de los 67 Apaches encargados por el Gobierno británico en 1996 bajo un contrato de 2800 millones de libras, en el que también participan Boeing y otros suministradores.

Los ocho primeros helicópteros están siendo fabricados en las instalaciones de Boeing en Arizona, el resto serán montados en el Reino Unido por Westland.

El primer WAH-64 será declarado operacional en diciembre de este año y las entregas serán completadas en el 2003.

El MoU agrupa el conocimiento y la experiencia de empresas y organizaciones estatales asociadas con tecnologías de helicópteros, tanto americanas como británicas, en lo que se denomina un equipo de proyecto integrado trasatlántico.

La idea surge de crear una capacidad armonizada para el Apache que beneficie a ambas naciones y suavice cualquier diferencia que pueda de alguna manera impedir la operación conjunta del helicóptero por parte de estas.

El WAH-64 tiene una serie de características diferentes con respecto al AH-64D americano. Esto incluye: el motor Rolls-Royce Turbomeca RTM322 en lugar del turboeje General Electric T700; el sistema integrado de ayudas a la defensa de BAE System; y cableado para el misil aire-aire Starstreak, que es el arma principal de la versión británica.



El primero de los nueve GKN-Westland WAH-64s de la Armada británica

Nace un nuevo grupo español de electrónica de defensa

Las compañías Tecnobit, ELCO y SIDOCOR anunciaron el pasado día 23 de marzo su integración en un grupo único, cuyo objetivo estratégico es convertirse en la segunda corporación nacional dentro del sector de la electrónica de defensa y tecnologías de la información.

La nueva empresa, denominada Grupo Tecnobit, tiene un capital social de 1325 millones de pesetas y contará con unos fondos propios de 2040 millones. La sociedad británica de capital riesgo 3i tendrá el 35% del nuevo grupo, sin participar en su gestión. La estructura accionarial se completa con un 53% del equipo directivo de las tres compañías integradas y un 12% de otros accionistas privados.

El grupo tendrá el 100% de las tres compañías que lo integran, aunque, inicialmente un 25% de Tecnobit permanecerá en poder de la Sociedad de Desarrollo Industrial de Castilla-La Mancha (SODICAMAN), existiendo un pacto de recompra de este paquete accionarial en un plazo no determinado por el grupo resultante de la fusión.

Los ingresos conjuntos de las tres empresas durante el presente ejercicio se estiman en 3400 millones de pesetas, siendo su actual cartera de pedidos de 18000 millones de pesetas.

Las tres empresas ahora integradas disponen de tecnología propia y centran sus

actividades en C3 naval, aviónica, sensores optrónicos, sistemas de información y control, simulación y entrenamiento de bajo coste, gestión documental, ingeniería logística y portales corporativos en Internet.

Tecnobit participa en cuatro programas del Eurofighter (Sensores aerodinámicos, FLIR/IRST, Registrador de datos de vuelo y control de temperatura del parabrisas). También ha desarrollado el Sistema Táctico y de enlaces de datos para las corbetas de clase Descubierta y los buques anfibios de la clase Galicia. Este sistema se implantará además en los aviones de patrulla marítima P-3 Orión.

ELCO Sistemas participa en el Sistema de Entrenamiento del EF-2000, en el nuevo centro de simulación de las FAMET y ha desarrollado el simulador de artillería.

SIDOCOR realiza gestión documental y logística para varias empresas contratistas principales del sector de defensa y participa en el soporte logístico del Eurofighter.

La voluntad del Grupo es crecer en áreas como la electrónica naval, mediante la compra de otras empresas, interesándose por el proceso de privatización de empresas de la SEPI como SAES (Sociedad Anónima de Electrónica Submarina) y FABA (Fabrica de Artillería de Bazan) y programas asociados al EF2000, simulación del Leopardo y modernización de aviones F-18 y F-5.

Dassault reafirma su independencia

El equipo de ejecutivos de Dassault Aviation está apostando por una estrategia donde la Compañía tenga



El avión Rafale.

estrechas relaciones con la EADS (European Aeronautic Defense and Space) a la vez que retiene su independencia como fabricante de aviones.

Hace pocos meses el presidente saliente Serge Dassault rechazó firmemente del Gobierno francés el acuerdo de fusión con Aerospatiale Matra, alegando que "lo pequeño es atractivo" y ser parte de un grupo industrial ni produciría economías de escalas, ni generaría pedidos de aviones adicionales.

En un intento de recuperar su completa independencia, Dassault intentó el pasado año recomprar acciones de su compañía propiedad de Aerospatiale Matra, pero las negociaciones fallaron.

Igualmente, el plan de reestructuración de Dassault consistente en dividir el negocio en dos compañías subsidiarias una para aviones de combate y otra para reactores de negocios, mejorando así los costes de producción del Falcon, fue frenado por Aerospatiale Matra.

No obstante, en el último mes Dassault creó las Divisiones de Falcon y Defensa. Cada una de ellas tiene oficinas de diseño, instalaciones de producción y equipos de gestión técnica separados.

La EADS tendrá el 43% en el reparto de trabajos en el Eurofighter y el 45,7% en el Rafale. Los programas serán separados completamente y el mercado decidirá.

Los ejecutivos de Dassault piensan que entre los años 2012 y 2015, Europa necesitará lanzar una nueva generación de cazas militares. Siguiendo esta línea la compañía ha formado con Bae Systems una "joint venture" denominada European Aerosystems para desarrollar tecnología militar.

Además, recientemente Dassault inició los estudios para el desarrollo de un entrenador militar avanzado europeo, que podría suceder al franco alemán Alpha Jet y al Hawk de Bae Systems alrededor del 2010-2015.

La oficina de diseño de Dassault está llevando a cabo un amplio rango de estudios de viabilidad que podrían llevar a demostradores tecnológicos. Por ejemplo, se está evaluando un futuro avión europeo de combate ligero FACE (Future European Combat Aircraft), que complementaría al Rafale y al Typhoon, los cuales están entrando ahora en fase de producción.

La oficina de diseño está también explorando conceptos de vehículos aéreos de combate no tripulados y el avión teledirigido de observación y guerra electrónica HALE (High-Altitude Long Endurance). Las investigaciones indican que el HALE puede operar entre 60.000 y 80.000 pies de altura durante veinticuatro horas.

A corto plazo la compañía no prevé dificultades en mantener unas ventas saneadas. Después de impuestos y un reparto de beneficios entre los 11000 empleados de 72 millones de dólares, la empresa ha tenido el ultimo año 107,7 millones de dólares de beneficios netos sobre unos ingresos de 3090 millones de dólares. El total de pedidos confirmados el último año asciende a la cifra de 3600 millones de dólares. El total de pedidos para ejecución es de 8700 millones de dólares.

En 1999 Dassault entregó 69 reactores de negocio Falcon y consiguió 72 nuevos pedidos en firme. De acuerdo con la National Business Aviation Assn se estima en 6800 el número de pedidos de reactores de negocios en los próximos diez años. A pesar de estas expectativas de ventas y en previsión de un retroceso, la compañía no planea aumentar la producción combinada de Falcon más allá de los setenta aviones por año.

El último octubre, Aerospatiale Matra, Dassault, Snecma y Thomson-CSF adquirieron un paquete de 20´1% en Embraer para sellar una alianza global.

Breves

♦ **Próximos lanzamientos:**

?? - Pegasus XL con el satélite de observación terrestre OrbView-3 desde la Base Aérea de Vandenberg, California.

?? - Proton ruso con el satélite de comunicaciones Ekran desde el Cosmódromo de Baikonur, Kazajstán.

?? - Proton ruso con el satélite de comunicaciones y apoyo a la ISS Altair.

?? - Larga Marcha chino con el satélite asiático de investigaciones construido en colaboración con Irán, Pakistán, China, Korea, Indonesia y Mongolia.

15 - Cluster-2 (FM6 y FM7) a bordo de un Starsem Soyuz-Fregat europeo desde el Complejo 31 del Cosmódromo de Baikonur, Kazajstán.

15 - NAVSTAR GPS 2R-5 con un vector norteamericano Delta 2 (7925) desde la plataforma 17A de Cabo Cañaveral.

18 - ICO-D3 a bordo de un Delta 3.

19 - Sea Launch Zenit-3SL desde la plataforma marina Odisea transportando un PamAmSat PAS-9, un satélite de comunicaciones fabricado por Hughes (modelo HS-601HP).

20 - Proton ruso con el satélite de comunicaciones Intersputnik Express-3A.

21 - International Launch Services Atlas 2A con el satélite de la NASA TDRS-H (Tracking and Data Relay Satellite-H).

22 - Progress M1 Soyuz con destino a la ISS, misión 5P.

23 - Lanzamiento de GRACE Eurockot Rockot.

28 - International Launch Services Proton (Bloque DM) con el primer satélite sirio de comunicaciones.

29 - TDRS-H en un Atlas estadounidense.

Suma y sigue para Europa

El 18 de abril fue lanzado el Arianespace Ariane 42L, serie 4, desde la plataforma ELA-2 de Kourou, Guayana Francesa, en el que fue el lanzamiento número 129 para el consorcio europeo. El pasajero en esta ocasión fue un satélite de comunicaciones



Galaxy IVR, una nave basada en la plataforma Hughes 601HP y propiedad de la Corporación PanAmSat. Galaxy IVR está dotado con 48 transpondedores, 24 en banda Ku y 24 en banda C, con los que servirá televisión y servicios de telecomunicaciones a la zona Norte de América.

Premios JPL para cazadores de planetas

El Jet Propulsion Laboratory (JPL) de la NASA ha abierto un concurso con un premio final para cuatro equipos que se materializaría en contratos de trabajo, desarrollo, gestión y puesta en marcha de los proyectos ganadores del Terrestrial Planet Finder, un ambicioso proyecto NASA recogido dentro del Programa Orígenes, dedicado a la búsqueda de otras formas de vida en el Universo. El proceso de selección se prolongará durante tres meses y en él se encontrarán participando más de 80 científicos llegados de casi medio centenar de universidades, dos centros de la NASA y unas 20 firmas comerciales, entre las que destacan Ball Aerospace, Lockheed Martin Space Systems, TRW y SVS. Una vez decididos los cuatro ganadores comenzará el proceso de desarrollo, un periodo de dos años de duración previo a la puesta en marcha del Terrestrial Planet Finder. Durante los primeros ocho meses los cuatro equipos ganadores buscarán a través de "nebulosas" tormentas de ideas las diferentes soluciones técnicas requeridas y los destinos más convenientes a los que serán aplicados las investigaciones. En diciembre de este mismo año las dos mejores propuestas de cada equipo serán seleccionadas para profundizar en sus posibilidades durante la segunda fase del desarrollo, de unos once meses de duración.

Para el Dr. Firouz Naderi, Director del Programa Orígenes y del proyecto Terrestrial Planet Finder, "Ha sido un éxito realizar esta convocatoria pues en ella hemos unido a las mejores mentes de Mundo y ahora su meta será proporcionarnos avances en la búsqueda de otras formas de vida en el Universo" La solución para el JPL pasa por desarrollar un conjunto de tecnologías innovadoras entre las que deberán encontrarse aquellas capaces de hacer volar varios telescopios de 3.5 metros en formación sin que en ningún momento estos pierdan su orientación y situación respecto al resto del "sistema" de telescopios. Este conjunto de naves de observación además deberán ser capaces de atravesar las diferentes capas atmosféricas (polvo, humedad, etc.) que dificulten el estudio de los planetas. y cuya posición puede estar a más de 50 años luz de distancia a la Tierra. Para esta necesidad será requisito imprescindible montar instrumentos ultrasensibles capaces de identificar sustancias vivas o generadoras de vida (químicas) en las superficies planetarias.

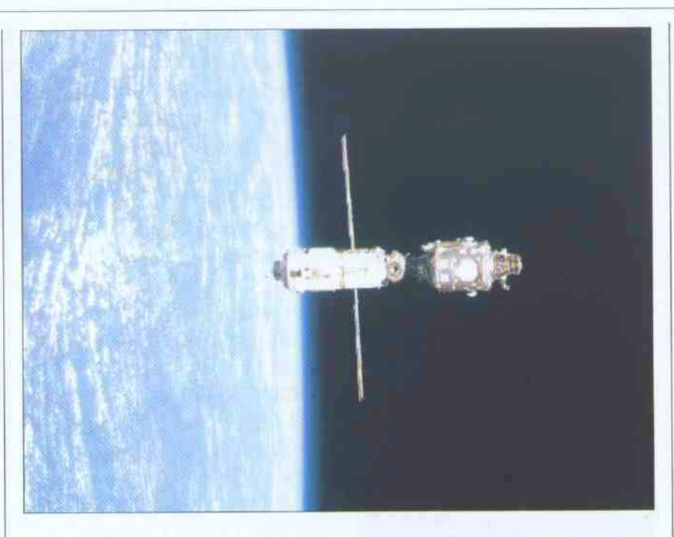
Terrestrial Planet Finder tiene previsto su lanzamiento en el año 2012 y durante su vida operativa, estimada en cinco años, estudiará 250 cuerpos celestes para determinar cuáles pueden tener algún sigo de vida. Además durante este tiempo tomará miles de imágenes de una resolución un diez por ciento mejor que la disponible en el telescopio espacial norteamericano Hubble. El Programa Orígenes está dedicado a la investigación del Cosmos para responder a una pregunta "¿Estamos solos?", para ello profundiza en el estudio de galaxias, estrellas, planetas y de las diferentes presencias químicas extraterrestres capaces de originar o haber creado vida en algún momento de la historia del Universo.

Houston, solucionamos el problema

El pasado mes de abril se celebraron los treinta años de una de las misiones más complicadas y con final más feliz en la breve historia



de los viajes espaciales tripulados, la celebérrima Apolo XIII, en la que los astronautas Jim Lovell, Jack Swigert y Fred Haise acuñaron la famosa frase "Houston, tenemos un problema" e hicieron de la supervivencia una meta y una necesidad cotidiana hasta su amerizaje en el Océano Pacífico, donde fueron recogidos por el porta aviones Iwo Jima. Esta misión, llevada exitosamente al cine, estaba destinada a realizar un alunizaje casi rutinario pero un fallo en uno de los sistemas de abastecimiento de oxígeno y energía a la nave convirtió esta supuesta rutina en uno de los viajes más largos y complicados para la NASA y sus miembros, tanto por la necesidad de traer de vuelta sana y salva a la tripulación al completo como por las complejidades y carestías técnicas resueltas con gran ánimo y profesionalidad por los tres astronautas.



De vuelta al trabajo

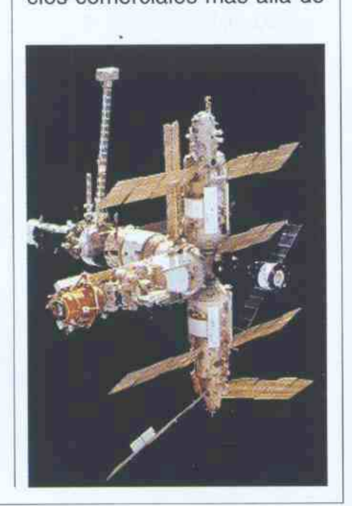
La nave de investigación espacial NEAR Shoemaker de la NASA, Agencia Espacial Norteamericana, ha vuelto al trabajo recientemente en las inmediaciones del satélite Eros, a unos 208 kilómetros, desde donde tendrá que tomar imágenes de zonas concretas con las que poder estudiar variaciones en su tamaño, forma y cómo afecta la presencia de luz y la actividad del viento.

Rusia defiende su participación en la ISS

Rusia está dispuesta a defender hasta límites no previstos su cada vez más exigua presencia en la Estación Espacial Internacional (ISS), donde ha sido sustituida en su papel coprotagonista por la NASA. Las causas de este cambio de actitud son, de fondo, la llegada al poder de Putin, y como detonante la presunta congelación en el proyecto de 60.000 millones de dólares del papel ruso por parte de Estados Unidos. Según Yuri Koptev, Director de la Agencia Espacial Rusa (RKA), Rusia está cumpliendo totalmente las obligaciones contraídas con la ISS y sus socios en esta aventura científica. Además confirmó que el módulo Zvezda, para alojamiento de las tripulaciones, será lanzado en julio después de haber sufrido un prolongado retraso y que, por el momento, no hay ninguna necesidad de mandar un cosmonauta ruso a bordo de los transbordadores de la NASA para realizar reparaciones en la escasa presencia actual de la ISS en el espacio, aunque reconoció que existían fallos y averías pero que no son calificables como graves.

Respecto a la MIR, estación que recibió una nueva tripulación el pasado mes de abril después de haber permanecido inhabitada durante ocho meses, Koptev opinó que es factible prolongar su misión (en modo seguro) durante al menos dos años más si encuentran los recursos económicos con los que soportar este programa. En cualquier caso Koptev comunicó que habían recibido una partida de 10 millones de dólares "extra" de beneficiarios comerciales, fondos suficientes con los que operar normalmente en órbita hasta mediados de agosto, momento clave en el que si no se mantiene el flujo económico la estación deberá desalojarse y dejarse caer en el Pacífico. Pero incluso los más pesimistas volvieron a creer en el milagro con las palabras de Vladimir Putin, presidente de Rusia, quien aseguró en unas declaraciones oficiales que la MIR tendría financiación estable para seguir operando al menos hasta el 2001, aunque sea dinero de entidades privadas, como matizó posteriormente Koptev. Para la NASA la MIR se está convirtiendo en un terrible problema ya que la Agencia Espacial Rusa destina fondos necesarios para el normal desarrollo de la ISS a la supervivencia límite de la vieja estación rusa.

La llegada de la nueva tripulación a la MIR ha supuesto un nuevo y gran empujón para los sectores favorables a la privatización de la gestión y uso de la MIR, en especial aquellos que aportan capital y que carecen de autonomía para tomar decisiones sobre ella. Una de las respuestas más rápidas fue la decisión de crear un portal de acceso en Internet en el que acceder a todos los recursos de la MIR, en especial a poder ser uno de los tripulantes que lleguen a la estación el próximo septiembre, eso sí, previo pago de una cuantiosa cantidad de dinero. Los cosmonautas Sergei Zaletin y Alexander Kalery llegaron sin problemas a la MIR a bordo de una nave Soyuz y su misión durante cuarenta días será, según "radio macuto", preparar la Estación para su uso comercial, actividad refrendada por las palabras de Jeffrey Manber, presidente de MirCorp (empresa gerente de la "Vieja dama"), para quien la apertura de la MIR supone "un nuevo camino para una nueva y excitante era de los negocios en el Espacio". Manber anunció que los inversores se han comprometido y comenzado a pagar la segunda ronda de contribuciones, abierta para cualquier entidad privada, cuyo fin primordial es enviar una tripulación a la MIR en septiembre de este año con el encargo de organizar el primer portal de Internet establecido en el Espacio, un espacio de contenidos sobre investigación espacial, en especial imágenes, y negocios comerciales más allá de





nuestra atmósfera a corto y medio plazo. Con estas actividades MirCorp quiere convertir a la Estación en un producto de consumo en el que aparecerán áreas de negocio como entretenimiento, medios de comunicación, misiones tripuladas, proyectos de investigación, ensamblaje y reparación de satélites, entre otras.

La estación espacial MIR comenzó su periplo en el espacio bajo bandera de la URSS, el febrero de 1986, cuando el primer elemento (el Módulo MIR) se situó en la que sería su órbita habitual de trabajo, 51.6 grados de inclinación. El Módulo MIR es el núcleo de la Estación y su puerto de atraque, con cinco puntos en el módulo de transferencia y uno en un extremo para anclar las naves de suministro o de transporte de tripulaciones, incluidas las llegadas en los transbordadores norteamericanos. Los módulos exteriores pueden variar su situación para facilitar distintas configuraciones de trabajo a las misiones de investigación. Las dos naves empleadas en los transportes a la MIR son la Soyuz-TM, para tripulaciones y carga en ambos sentidos, y Progress-M, para suministro y cargas, incluida la recogida de basura, pero que también dispone de utilidad científica pues puede ser utilizado como laboratorio anexo o ajeno a la Estación.





Atlas 2A subió de nuevo al cielo

El pasado tres de mayo un lanzador norteamericano Atlas 2A AC-137 puso en órbita desde la plataforma 36A de Cabo Cañaveral el satélite de la NASA y NOAA de observación medioambiental GOES-L. Este satélite, valorado en 220 millones de dólares y entrará en funcionamiento este mismo verano, tuvo que retrasar su lanzamiento el año pasado por problemas en los motores y este mismo año por la presencia de un huracán en la zona de Cabo Cañaveral. Este lanzamiento fue seguido, el ocho de mayo, por un cohete de la USAF Titan 4B con la misión B-29 perteneciente al programa de defensa estadounidense de prevención ante ataques de misiles (Defense Support Program-20 missile warning satellite).

Arañas para estudiar el Universo

El Jet Propulsion Laboratory de la NASA (JPL) ha diseñado un pequeño sensor con forma de tela de araña con el que investiga las estructuras del Universo Cercano y con el que ratifica las teorías de que el Cosmos el de geometría plana. Este instrumento está alojado en el experimento internacional BOOMERANG (Balloon Observations of Millimetric Extragalactic Radiation and Geophysics) y es capaz de detectar variaciones de temperatura de 0.0001º C en escasos segundos de observación.

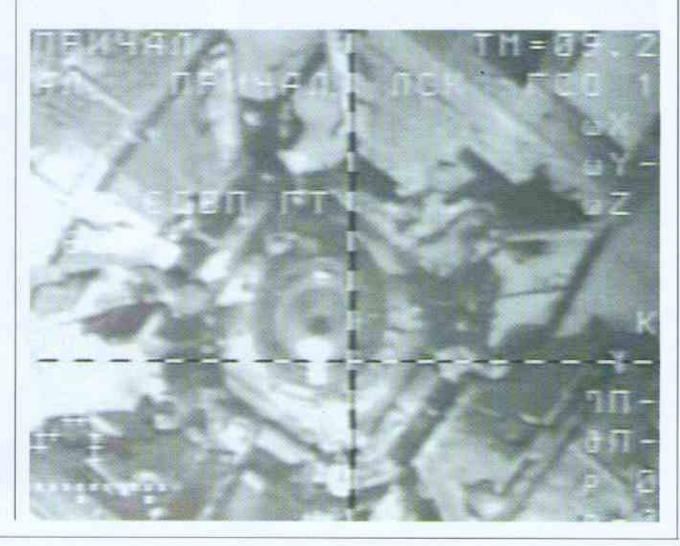
Fallos en el pasajero, no en el lanzador

A finales de abril un cohete estadounidense Delta 2 fue retirado de la zona de lanzamiento de Cabo Cañaveral por problemas de última hora detectados en su pasajero, un satélite de navegación valorado en 42 millones de dólares. El lanzador, un Delta fabricado por Boeing Co., fue el segundo en dos días en abortar su lanzamiento por problemas técnicos. El satélite, un Navstar Global Positioning

System 2R-4 (GPS 2R-4) perteneciente a la USAF y construido por Lockheed Martin Corp., advirtió a sus controladores en Tierra durante la fase de revisión de sistemas previa al lanzamiento que "era posible" que existieran problemas en las unidades de potencia. Una vez revisados todos los procedimientos y sistemas de la nave no fueron detectados ninguna clase de fallos, pese a todo el lanzamiento se retrasó por precaución. Una vez que sea lanzado el satélite sustituirá a uno de los satélites GPS originales, lanzados once años atrás, y entrará en servicio en una red global valorada en 250.000 millones de dólares.

Más imágenes de Marte

La NASA, Agencia Espacial Norteamericana, ha facilitado finalizados dos mosaicos de fotografías compuestos por imágenes de la superficie de Marte captadas por la misión Mars Global Surveyor. Esta composición muestra de modo muy completo las regiones polares del "Planeta Rojo", muy similares en la composición de su suelo (depósitos) a las regiones polares de nuestro planeta. Según expertos, las zonas recogidas en las imágenes podrían contener vestigios de la historia del planeta de más de cien millones de años.



Principios de la estrategia de la Alianza

En junio de 1999 comenzó el recorrido en esta sección por los sesenta y cinco puntos del actual Concepto Estratégico de la Alianza, el documento más importante de la OTAN tras el Tratado de Washington. El objetivo que se pretende alcanzar con esta actuación, es mantener vivo a lo largo de los meses el interés por la guía que ha de inspirar la vida de la Alianza en los próximos años. En el repaso, iniciado desde el núm. 684 de la Revista, entramos ahora en la Cuarta Parte que posiblemente es, desde el punto de vista militar, la más interesante.

Comienza la Cuarta Parte afirmando categóricamente que la Alianza mantendrá las capacidades militares necesarias para llevar a cabo sus misiones y que la solidaridad aliada y la unidad estratégica siguen siendo los principios básicos para todas las misiones de la OTAN. La seguridad de todos los aliados es indivisible y por ello un ataque contra uno de ellos es un ataque contra todos. Con respecto a la Defensa Colectiva contemplada en el artículo 5 del Tratado de Washington, las fuerzas aliadas deben ser capaces de disuadir cualquier agresión, de parar lo antes posible al agresor en caso de que ocurriese el ataque y de garantizar la independencia política e integridad territorial de los estados miembros. Las fuerzas militares deben estar preparadas para participar en la prevención de conflictos y en la conducción de operaciones de respuesta a crisis, así como para jugar un papel importante en el fomento de la cooperación con los socios de la OTAN y con otros estados, ayudándolos a participar en operaciones de la APP dirigidas por la Alianza.

La consecución de los objetivos de la OTAN depende de forma esencial de que se repartan de forma equitativa entre los aliados, los papeles a desempeñar, los riesgos y las responsabilidades, del mismo modo que los beneficios de la Defensa Común. La presencia de fuerzas nucleares y convencionales de los Estados Unidos en Europa, continúa siendo vital para la seguridad del Viejo Continente que está inseparablemente unida a la de América del Norte. El principio del Esfuerzo Colectivo para la defensa se materializa mediante una serie de acuerdos de carácter práctico que permiten a las fuerzas aliadas disfrutar de las ventajas de la Defensa Colectiva, evitar la renacionalización de las políticas de defensa y llevar a cabo operaciones de respuesta crisis no contempladas en el artículo 5. Los acuerdos mencionados se basan en procedimientos de consulta, en una estructura militar integrada y en procedimientos de cooperación. Entre sus rasgos fundamentales se encuentran: el planeamiento colectivo de fuerzas; la financiación común; el planeamiento operativo común; las disposiciones relativas a las fuerzas, los cuarteles genera-



Foto: OTAN

El Representante Permanente del Reino Unido, embajador Goulden, entrega al Sr. Solana la insignia de la Orden de San Miguel y San Jorge. Bruselas, 27 de marzo de 2000.



Foto: OTAN

El 15 de febrero pasado el entonces recientemente elegido Primer Ministro de Croacia, Juica Racan, visitó el C. G. de la OTAN.

les y los mandos multinacionales; un sistema de Defensa Aérea integrado; reglas para el planeamiento de la gestión y seguimiento de crisis y la cooperación en materia de infraestructura, armamento y logística.

La financiación internacional, incluyendo el Presupuesto Militar y el Programa de Inversión en Seguridad de la OTAN, continuará jugando un papel importante en la adquisición y mantenimiento de los medios y capacidades necesarias. Por otra parte, la Alianza apoya el continuo desarrollo de la IESD en su seno y está dispuesta a poner a disposición recursos y capacidades para ello, bajo la dirección política y estratégica de la UEO o según se determine. Las fuerzas convencionales de la OTAN no son por sí solas capaces de garantizar una disuasión creíble. Por ello, las fuerzas nucleares realizan una contribución única al convertir en inaceptables e incalculables los riesgos de una agresión contra la Alianza y continúan siendo esenciales para mantener la paz..



Foto: OTAN

El Vicesecretario General de la OTAN, recibe al ministro rumano de Asuntos Exteriores, Sr. Roman. 6 de abril de 2000.

Merece recordarse

Los días 13 y 14 de abril pasado, se celebró en el CG de la Alianza la Conferencia de Directores Nacionales de Armamento (CNAD). La reunión fue inaugurada por el Sr. Robertson que en sus palabras destacó los tres asuntos de mayor interés relacionados con el armamento: la Iniciativa de Capacidades de Defensa (DCI) de la OTAN, la Identidad Europea de Seguridad y Defensa y la Reestructuración de la Industria de Defensa/Cooperación Transatlántica de Armamentos. Durante sus sesiones de trabajo, la CNAD se embarcó en una detallada revisión del progreso alcanzado hasta la fecha en aquellos aspectos de la DCI de su responsabilidad. Diversos grupos subordinados de la CNAD rindieron informes sobre dichos temas, incluyendo los emitidos por los tres grupos más importantes de armamento (Terrestre, Naval y Aéreo) así como por el Consejo de Investigación y Tecnología. Los Directores Nacionales de Armamento llegaron también a un acuerdo sobre el camino a seguir para conseguir una capacidad de Vigilancia del Suelo Aliada (AGS), según se señala en la Iniciativa de Capacidades de Defensa.

La CNAD decidió en esta reunión de primavera, la creación del Comité de Coordinación de Armamentos de la OTAN que, según lo previsto por la Revisión de Armamentos de la Alianza finalizada en el otoño de 1999, estará encargado de ayudar en la coordinación de los trabajos relacionados con los equipos de la Alianza, en el área de responsabilidad de la CNAD y fuera de ella. Los Directores Nacionales de Armamento pasaron también revista a los progresos realizados en la implantación inicial de otros aspectos de la Revisión del pasado otoño, especialmente aquellos relativos a la armonización de los requisitos de armamentos de la OTAN y al desarrollo de procedimientos coordinados de adquisición. Las reuniones de la CNAD tienen lugar dos veces al año, en la primavera y el otoño. Su objetivo es dar la oportunidad de intercambiar ideas y experiencias sobre temas relacionados con el armamento a los responsables aliados. La reunión de otoño está ahora también abierta a los países socios.



Foto: OTAN

La colaboración de Kfor y las Naciones Unidas en Kosovo queda reflejada en la reunión celebrada entre el Secretario General de la OTAN y el Sr. Kouchner, Representante Especial del S.G. de la ONU para Kosovo.

Esfuerzos por la paz en Kosovo

Las fuerzas de KFOR continúan apoyando de forma muy notable el esfuerzo que se está llevando en Kosovo para conseguir llevar la normalidad a la vida de la provincia. A continuación se describen algunos ejemplos. La contribución de KFOR ha sido esencial para la instalación y funcionamiento de la Escuela de Policía de Kosovo en Vucitrin. Esta escuela no tiene un suministro adecuado de agua potable y por esa causa estuvo amenazada de cierre. Para evitarlo, KFOR ha apoyado a la escuela desde el mes de marzo con el suministro diario de 45.000 a 65.000 litros de agua. Las minas y proyectiles no explotados continúan siendo un problema en Kosovo. Los soldados de KFOR están involucrados en campañas de concienciación en diversas ciudades y pueblos, como en Pec y en el área de Podujevo, donde las tropas de KFOR comenzarán a visitar escuelas para lanzar un mensaje de alerta sobre los peligros de las minas y proyectiles no explotados.

Otras formas de apoyo realizadas a través de la provincia incluyen tareas tales como la distribución de mobiliario escolar al pueblo de Planjane, el apoyo a una ONG internacional con camiones y proporcionar soldados para regular el tráfico mientras se realizan labores de desminado en el municipio de Djakovica. Otros apoyos diarios incluyen el transporte de la basura del hospital civil de Pec, la ayuda prestada a los bomberos en el manejo de su maquinaria y proporcionar suministros de sangre al hospital de Pristina. En las actividades de carácter humanitario desarrolladas en Kosovo por las tropas de KFOR, destaca el contingente español cuyo esfuerzo ha sido reconocido por todos. En la zona de Istok las tropas españolas, además de su difícil tarea velando por la seguridad de toda la población, realizan una inestimable labor de ayuda a la población que resulta un ejemplo de cooperación y causan la admiración y el respeto de propios y extraños.

Entrevista con el teniente general Hansruedi Fehrlin, comandante en jefe de la Fuerza Aérea de Suiza

«Toda Suiza agradece el apoyo de la Fuerza Aérea Española para llevar a cabo nuestra misión en Albania»

MANUEL CORRAL BACIERO

Responsabilizado recientemente de la dirección de la Fuerza Aérea suiza, el general Fehrlin ha querido que España fuera el destino de su primera visita oficial a otro país. En sintonía con las excelentes relaciones que ya mantenían ambas instituciones con su antecesor, esta visita refuerza la cooperación en un momento en el que Suiza redefine su política defensiva, reforzando los aspectos que le permitan cooperar en misiones internacionales.

—¿Cuáles serán las principales líneas de actividad en su nueva responsabilidad?

—Mi primer objetivo es acrecentar la valía de nuestro personal, promocionando a los que están mejor cualificados. El segundo es estudiar con nuestros superiores lo que tenemos que hacer para contribuir a la resolución de crisis, dentro de nuestros nuevos planteamientos de seguridad y dando un nuevo sentido a nuestro concepto de neutralidad. Ambos son mis mayores retos en el puesto que ahora ocupo.

—¿En qué aspectos pueden cooperar las dos fuerzas aéreas?

—La experiencia que tienen las fuerzas aéreas españolas es muy importante para nosotros. Por primera vez, hemos comenzado a desplegar helicópteros en Albania y, sin el apoyo de su avión CASA-235, no nos habría sido posible desarrollar y mantener esta operación.

Otro aspecto es la flota de F-18. España opera con ellos muchos años antes de que nosotros los adquiriésemos y tienen mucha más experiencia que nos pueden aportar, junto a otras que podemos compartir.

«Es primera visita fuera de Suiza como Jefe de nuestra Fuerza Aérea, y he elegido España porque para mí tenía una prioridad muy alta»

—¿Qué nos puede comentar de su participación en misiones en la zona de los Balcanes?

—Nuestra misión en Albania es la primera experiencia de la Fuerza Aérea Suiza fuera de nuestras fronteras. La pusimos en marcha en un período muy breve, 4 días entre que se decidió y llegamos a Tirana. Inmediatamente nos dimos cuenta de que necesitábamos un avión para apoyo logístico, encontrando rápidamente el apoyo de su Jefe de Estado Mayor, quien nos ofreció un CASA-235, que nos resolvió este grave problema.

Para nuestros políticos fue una señal muy importante que demuestra que Suiza está dispuesta y es capaz de soportar misiones humanitarias internacionales.

—¿Qué papel lleva a cabo la Fuerza Aérea?

—Volamos allí para mantener las operaciones del UNHCR. Usamos helicópteros Super-Puma que han permitido construir toda la infraestructura. Hemos volado 111 días en 725 misiones, transportado 900 toneladas, 4.846 pasajeros y 348 evacuaciones médicas. Estar allí y llevar a cabo este tipo de misiones, ha sido una experiencia realmente muy interesante para nuestros pilotos.

«En los Balcanes el trabajo no se acaba con desarrollar infraestructuras, se necesitarán años y años para alcanzar la libertad y una situación política más estable»

—¿Qué capacidades les ha aportado el CASA-235?

—En primer lugar, debo decir que toda Suiza agradece el apoyo de la Fuerza Aérea Española para haber llevado a cabo estas operaciones. En la misión, llamada "ALBA", el avión llevó a cabo 95 misiones, transportando 160 toneladas y 646 pasajeros durante 111 días.

—¿Qué opina de la evolución en aquellos territorios?

—Tengo la esperanza de que la situación en los Balcanes se mantenga estable. Pero para lograrlo la comunidad internacional tendrá que trabajar a diario por esa paz y estabilidad. El trabajo no se acaba con desarrollar infraestructuras, se tiene que edificar el futuro para los niños de aquellas zonas, porque se necesitarán años y años para alcanzar la libertad y una situación política más estable.

—¿Después de esta experiencia, piensa que se involucrarán más en misiones de estas características, fuera de sus fronteras?

—Nos apoyamos en nuestro proyecto de reforma de las fuerzas armadas para el siglo XXI. Para el final del presente año tendremos preparadas las nuevas líneas directivas, que estarán basadas en nuestra nueva política de



TENIENTE GENERAL HANSRUEDI FEHRLIN

Comandante en jefe de la Fuerza Aérea de Suiza

El Teniente General Fehrlin nació en Schaffhausen/ Weisslingen el 17 de abril de 1943. Está casado con Ruth Berger y tienen tres hijos. Entre sus aficiones se encuentran la jardinería, el senderismo y la literatura contemporánea.

(Es práctica aceptada en el sistema militar de Suiza que los oficiales profesionales mantengan sus mandos o posiciones de Estado Mayor, junto a sus tareas de entrenamiento o en el Estado Mayor permanente. Por esta razón, los datos cronológicos se solapan frecuentemente.)

Entre sus principales destinos se encuentran los siguientes:

CARRERA PROFESIONAL

1963-65	Estudios en la Universidad de Zurich
1968-74	Profesor en las Escuelas de Enseñanza Básica y de oficiales de la Fuerza Aérea y Mando Antiaéreo.
1975	Escuela de Ciencias Militares.
1976-78	Profesor en las Escuelas de oficiales de la Fuerza Aérea y Mando Antiaéreo.
1979-80	Ayudante del Jefe de la Aviación de Entrenamiento (Tierra y Aire).
1981-85	Jefe de la Sección de Guerra Electrónica de la Fuerza Aérea y Mando Antiaéreo/División de Procedimientos y Técnicas.
1985-86	Escuela de Mando Aéreo y Estado Mayor de la USAF.
1986-88	Comandante de las Escuelas de Entrenamiento Básico en Comunicaciones y Señales.
1989-90	Comandante de la Escuela de Oficiales de la Fuerza Aérea.
1991-92	Jefe de las Training Signal Troops.

CARRERA MILITAR

1966	Teniente. Radio platoon Leader.
1973-76	Comandante de una Compañía de Radio de la Fuerza Aérea Móvil.
1974	Capitán.
1977	Oficial de Señales.
1978-82	Oficial del Estado Mayor General, Estado Mayor de la Fuerza Aérea y Mando Antiaéreo.
1982	Comandante.
1983-85	Comandante de un Grupo de Señales de la Fuerza Aérea.
1986-88	Jefe del Estado Mayor de la Brigada C3I.
1988	Teniente Coronel.
1989-90	Comandante de un Regimiento de Comunicaciones y Señales de la Fuerza Aérea y Antiaérea,
1990	Coronel.
1991-92	Mayor General, Jefe del Army Signal Troops
01.06.92	Jefe de Operaciones y Segundo Comandante en Jefe de la Fuerza Aérea Suiza.
2000	Teniente -General. Comandante en Jefe de la Fuerza Aérea de Suiza.

«Vamos a reforzar nuestras capacidades para operaciones de mantenimiento de paz»



Juan Carlos Ferrera Martínez

seguridad: "Seguridad mediante la cooperación". Suiza está preparada para compartir las cargas que contribuyan a la seguridad internacional, actualmente si se llevan a cabo bajo mandato de ONU y OSCE, porque tenemos que ser muy cuidadosos con nuestro concepto de neutralidad, que no parece vayamos a cambiar de momento.

En resumen, vamos a reforzar nuestras capacidades para operaciones de mantenimiento de paz, aprendiendo de las lecciones que vamos adquiriendo.

—¿Cómo evolucionarán sus misiones y sistemas?

—Es pronto para hablar de detalles, porque serían especulaciones. Debemos esperar a la puesta en marcha de nuestras nuevas líneas directivas, que tienen que ser aprobadas por nuestros gobierno y parlamento. Aun así, puedo anticipar que nuestro punto de mira estará en las misiones de apoyo de la paz.

—¿Incorporarán el avión español para dar nuevas capacidades a su flota de transporte?

—Hemos tenido una gran experiencia con el CASA-235 y el apoyo español. Es un avión muy fiable, lo cual es fundamental para operar y también ha sido importante la ayuda, porque hemos podido entrenar a nuestros pilotos. A finales de agosto elegiremos nuestro nuevo avión de transporte y hasta entonces debemos esperar.

—¿Han incorporado ya los nuevos F-18 para reconocimiento?

—Queremos sustituir nuestros "Mirage" de reconocimiento, porque son carísimos. Una solución era adquirir nuevos F-18, pero está suspendida su fabricación y tenemos que buscar otro tipo de soluciones, de forma que actualmente es un asunto que tenemos completamente abierto, por desgracia. Tenemos que seguir utilizando a muy alto precio los "Mirage" para reconocimiento, porque esta actividad es muy importante para nosotros.

—¿Desea añadir algo más?

—Es mi primera visita fuera de Suiza como Jefe de nuestra Fuerza Aérea, y he elegido España porque para mí tenía una prioridad muy alta, incluyendo las buenas relaciones que mantenía mi predecesor.

He recibido una calurosa bienvenida y estoy impresionado por el avanzado nivel profesional de la Fuerza Aérea Española ■

TODO DEBE CAMBIAR PARA QUE TODO SIGA IGUAL

Tengo la sensación de que si hubiese titulado este artículo como pensé hacerlo en un principio, es decir, "Análisis de la Logística como soporte de las operaciones aéreas presentes y futuras", quizás no hubieras empezado a leerme dado que a muy pocos nos gusta sumergirnos en temas relacionados con la logística: la gestión de la cesta de la compra no suele atraer tanto como el conocimiento de cómo se elaboran los alimentos para alcanzar el objetivo de presentarnos en la mesa esos platos que agradan a nuestro paladar. Tener responsabilidades logísticas ha significado siempre utilizar el tópico de "bailar con la más fea", o bien aquello de que es "un trabajo oscuro y desagradecido", y por contra, rara vez se reconoce que la LOGÍSTICA (con mayúsculas) representa el eje esencial de cualquier acción militar que se precie, y si hablamos de operaciones en las que interviene el poder aéreo, dotado de medios tecnológicos de última generación, surge la evidencia de que sus sistemas de armas requieren una logística costosa, gestionada con precisión, exigiendo flexibilidad y adaptabilidad, consecuencia de esa evolución tecnológica para la que el propio cambio constituye una constante.

Si los propios sistemas de armas utilizados por las fuerzas aéreas exigen, como decimos, un sostenimiento soportado por unas disponibilidades económicas y de personal considerables, cuando su utilización operativa obliga a que se constituyan en fuerzas de proyección, el reto logístico crece exponencialmente; y es evidente que cuanto mayor sea la distancia a donde realizar un redespliegue de fuerzas, mayor es el esfuerzo logístico que se requiere.

Pues bien, amable lector, aunque soy consciente de que no es necesario convencerte de la importancia de la logística en el dinámico mundo en el que se mueve el poder aéreo, sí quiero hacer referencia a la sentencia más conocida del General espartano Clearco, quien decía que "Un General, un soldado, sin suministros no sirven para nada"; y ya que has llegado hasta aquí, te invito a seguir leyendo porque tengo la intención de que me acompañes en una serie de reflexiones sobre cómo debemos resolver las exigencias que la Logística nos demanda de cara a un próximo futuro que comenzó ya ayer.



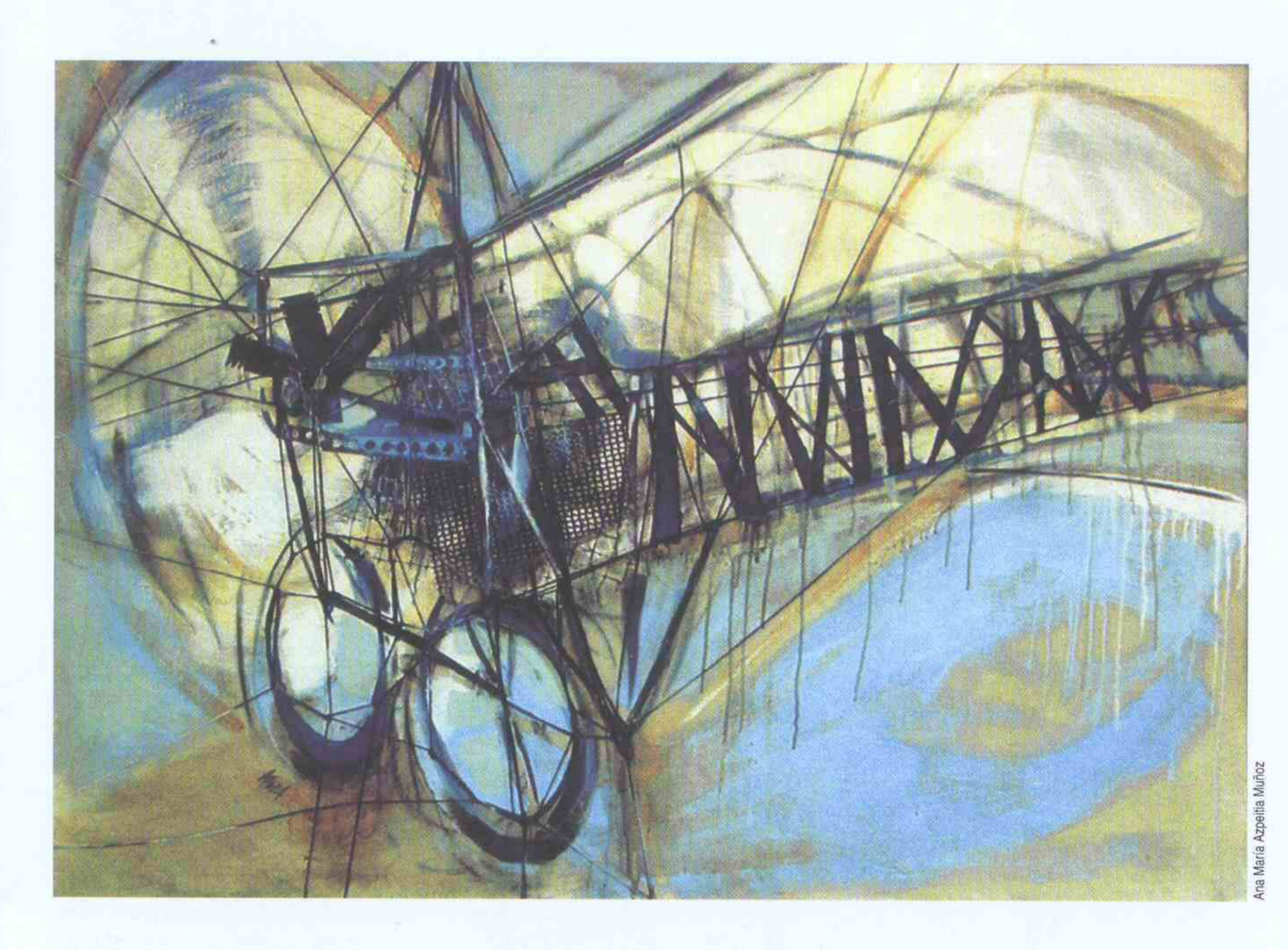
Emilio Poyo-Guerrero Sancho

General Segundo Jefe del Mando del Apoyo Logístico del Ejército del Aire

DONDE ESTAMOS

La internacionalidad de las operaciones militares se muestra hoy como una de las iniciativas que están marcando buena parte del "hacer" de las fuerzas armadas de los países que pudiéramos incluir en el viejo concepto del "mundo occidental". La participación en operaciones de mantenimiento de la paz y de ayuda humanitaria conforman la "estrella" más brillante del después de la "guerra fría". El "estar" o formar parte de este tipo de coaliciones se corresponde en nuestro caso, con la materialización de un sentimiento de solidaridad íntimamente ligado a nuestra propia idiosincrasia, y en este sentido, la realidad es muy clara: De todas las naciones que han aportado un contingente de medios a una fuerza internacional, ninguna ha demostrado menor interés por la faceta materialista de las participaciones que los españoles, como lo demuestra el hecho de que, frecuentemente, hayan sido elegidos como mediadores con preferencia a la de otros participantes.

En otro orden de cosas, parece que está resucitando con fuerza la idea de que Europa adquiera su propia defensa y, a la vez, desempeñe dentro de la OTAN, a tenor de su peso específico en el ámbito internacional, el papel que le corresponde, lo que impone actuaciones tendentes a alcanzar una capacidad de acción independiente y autónoma. Para ello precisa aunar sus esfuerzos en defen-


Ana María Azpeitia Muñoz

sa, evitando duplicidades en determinadas áreas, que provocarían carencias esenciales en otras y cuya consecuencia sería impedir una actuación coherente y congruente con las inversiones económicas que realiza: nos encontraríamos ante el caos de la eficacia y de la capacidad de respuesta, provocadas por una descoordinación ajena a cualquier idea realista sobre las aspiraciones, en cuanto a la potencia militar de los Quince. Los europeos gastamos en defensa más de dos tercios del presupuesto de defensa norteamericano, con resultados de participación, como hemos visto en Kosovo, diez veces inferior al de nuestros aliados del otro lado del Atlántico; y ello cuando se trataba de la intervención en un ámbito genuinamente europeo, con intereses evidentes respecto a la necesidad de pacificación en la zona. Una moneda única es la expresión acabada de un solo mercado, pero ese mercado debe estar protegido, defendido y permanentemente dispuesto a responder ante cualquier amenaza. ¿Es necesario repetir una vez más que Europa no se convertirá en una potencia hasta que no cuente con una fuerza militar capaz de hacer respetar sus valores e intereses?. ¿Hemos dicho que estos logros debemos perseguirlos a espaldas de nuestros amigos y aliados norteamericanos?, no, no lo hemos dicho ni nunca deberemos decirlo. Frente a un mundo hostil, difícil, necesitado, el tándem EE.UU.. - Europa forma la única región del mundo que progresa ordenadamente desde hace 50 años. Lo único que ese binomio necesita es que la Unión Europea afiance su propia personalidad para que el vínculo de amistad funcione sin complejos. Es tiempo de que Europa reaccione y esté dispuesta a sacrificarse, tecnológica, militar y económicamente, dejando a un lado el status de comodidad, pusilánime y egoísta, que ha marcado su historia a lo largo del siglo XX. Los europeos necesitamos poner en marcha nuestra defensa y abrir con nuestros aliados americanos una linea de negociación permanente de la que deberá deducirse a quién corresponde la intervención, UEO u OTAN, de forma que no sea algo decidido por Washington, sino pactado, negociado caso por caso; y, sobre todo, que este nuevo impulso nos permita a ambos disponer de la capacidad de respuesta necesaria para acudir a donde el mundo nos requiera, con prontitud y orden. El caso reciente de Mozambique debe ser una "lesson learned " ejemplar de las consecuencias de acudir tarde y de forma desordenada para atender un problema de ayuda humanitaria.

Las iniciativas del nuevo Mr. PESC abren una puerta a la esperanza sobre el futuro de Europa en materia militar. Si se mueven los nuevos proyectos tendentes a aumentar la eficacia de las operaciones dirigidas por la UEO, - y con ello se proporciona realismo al pilar europeo de la OTAN - , veremos una Europa de la defensa creíble, siempre y cuando logre alcanzar con rapidez los objetivos relacionados con las capacidades colectivas de mando y control, inteligencia y transporte estratégico para servir un paquete de fuerzas con entidad suficiente para realizar todas las misiones propuestas por Petersberg (mantenimiento de la paz y ayuda humanitaria, fundamentalmente), y para ello debe:

* Incrementar las capacidades de reacción rápida de las fuerzas multinacionales europeas.

* Preparar la creación de un mando europeo de transporte aéreo y con ello incrementar las capacidades de este transporte para adquirir mayor movilidad.

* Definir y preparar el paquete de fuerzas, y su apoyo, que debe ser desplegado con rapidez para realizar misiones diversas.

En este contexto, los proyectos relacionados con la creación de los organismos necesarios para la toma de decisión y ejecución de las operaciones que emanen de cualquier situación de crisis, deben consolidarse cuanto antes. Estamos hablando de que, los organismos permanentes previstos en la UE, como: El Comité Político y de Seguridad, el Comité Militar y el Estado Mayor, comiencen su andadura para planear, dirigir y coordinar la realidad de la defensa común europea.

Llegados a este punto os preguntaréis ¿Pero no íbamos a hablar de logística?. Hasta aquí tan solo he querido visualizar cuál va a ser el presente y el próximo futuro donde va a verse involucrado el poder aéreo, a partir de ahora es necesario sacar las consecuencias aplicadas a la ya imprescindible evolución de su logística. Dar cobertura a las misiones encomendadas al poder aéreo desde el punto de vista de la defensa nacional, o en su participación en operaciones dentro y fuera del marco OTAN (UE, ONU, OSCE), en defensa de nuestros intereses o en operaciones humanitarias, van a ser los centros de gravedad del "hacer" de las fuerzas aéreas, y aquí no debemos olvidar que de entre todos los escenarios posibles, los más numerosos -como lo demuestra la historia reciente- serán aquellos a los que acudir para resolver situaciones de crisis originadas en lugares apartados de sus bases de despliegue.

Martín Ballesteros Esteban

Teniendo en cuenta los éxitos alcanzados por las fuerzas aéreas en los recientes conflictos, donde han demostrado ser la herramienta idónea para el control de crisis y poder alcanzar por si solas la victoria imponiendo la paz y evitar un desastre humano totalmente previsible, hará que se siga requiriendo su participación desde los primeros momentos del conflicto con la eficacia a la que nos han venido acostumbrando. Esta situación requiere generar poder aéreo de pronta respuesta para poder actuar con precisión y contundencia, y esto sólo será posible si -en atención a la complejidad tecnológica de sus sistemas de armas- somos capaces de diseñar una logística con capacidad de sostenimiento lejano, lo que en la Royal Air Force (RAF) se denomina como "golf-bag".

¿HACIA DONDE VAMOS?

Por aquello de que es necesario aprender del pasado para evitar caer en los mismos errores, es aconsejable recurrir a las "lessons learned" de los conflictos en las que ha participado el poder aéreo para extraer las experiencias que debemos tomar como referencia en nuestras actuaciones futuras.

Teniendo en cuenta el binomio fuerzas aéreas y su sostenimiento, si nos remontamos a la I Guerra Mundial veremos que aunque los aviones que se utilizaron entonces hoy nos pueden parecer de una sencillez abrumadora, debemos trasladar nuestras coordenadas a aquellos años y reconocer que la tecnología utilizada era muy avanzada para la época y que los conceptos logísticos aplicados al poder aéreo siguen vigentes: El sostenimiento de aviones exige recursos considerables; el apoyo logístico, para ser eficaz, precisa de una disponibilidad inmediata de repuestos; los medios de transporte son esenciales para mantener la movilidad del poder aéreo; y se considera al potencial humano como el valor más preciado.

Tras la II Guerra Mundial los analistas volvieron a considerar cuáles eran las "lecciones aprendidas" del empleo del poder aéreo. Además de confirmar la vigencia de las deducidas de la contienda anterior, sobresalieron: que el poder aéreo debe ser usado como una fuerza con entidad propia, con capacidad para ser utilizada en beneficio de otras fuerzas, pero que su misión fundamental es alcanzar y mantener la superioridad aérea; y que la capacidad de despliegue de las fuerzas aéreas, para aprovechar su movilidad y flexibilidad, exige estar soportada por una logística segura y distribuida a través de una red rápida y oportuna basada esencialmente en el transporte aéreo.

Desaparecida la "guerra fría", las naciones centraron su atención, como ya hemos anunciado, en la necesidad de comparecer allá donde la paz se sienta amenazada, o de acudir en ayuda para atender problemas humanitarios. Evidentemente, si nuestra postura se mantiene como lo ha sido hasta ahora, el EA seguirá teniendo el papel destacado que, de acuerdo con sus capacidades, le corresponde, y para ello la proyección de fuerzas aéreas y su sostenimiento, precisan que los conceptos logísticos actuales evolucionen para adquirir las capacidades que requiere el cumplimiento de las misiones de esta fuerza, a la que podemos considerar como expedicionaria, y para la que, por ejemplo, el uso del ordenador vía satélite para las peticiones logísticas y control de los stocks es ya una herramienta obligada. En definitiva, participar en una fuerza multinacional y situar nuestros medios en una base lejana obliga a planear -como así ha sido siempre- el esfuerzo operativo con las capacidades logísticas para sostenerlo, sin olvidar que los recursos precisan una disponibilidad de transporte aéreo coordinado con el propio despliegue de fuerzas, y es precisamente ahí donde Europa tiene uno de sus mayores "talones de Aquiles", y se muestra como uno de los principales obstáculos para ser capaz de disponer de la adecuada capacidad de reacción. Ante estas reflexiones, vienen a mi memoria, los "multiplicadores de fuerza" considerados como elementos esenciales para incrementar las capacidades del poder aéreo relacionados con su precisión, alcance, flexibilidad, capacidad de respuesta, etc..., tales como los sistemas de reconocimiento, - tanto tácticos como estratégicos-, el reabastecimiento en vuelo, designadores láser, satélites de observación desde el espacio, etc... No hay duda de que la disponibilidad logística, unida a la agilidad de su gestión y distribución, constituyen, en si mismos, "multiplicadores de fuerza" de primera magnitud.

Reconsiderando lo que hemos citado vemos que la planificación y participación de nuestras fuerzas armadas mirando el presente y futuro se circunscribe a:

* Mantener las responsabilidades asignadas en el ordenamiento constitucional respecto a cuanto significa la defensa nacional, y para ello alcanzar y mantener el Objetivo de Fuerza que contempla el Plan Estratégico Conjunto (PEC) en vigor.

* Consecuentemente con nuestros compromisos internacionales de participación en fuerza, bien en el marco de la OTAN, ONU, UE, etc..., tener configurados y dotados suficientemente los paquetes de fuerza contemplados en los marcos de los acuerdos firmados.

* Mantener nuestro sentimiento de solidaridad con el mundo ante problemas de ayuda humanitaria o de mantenimiento de la paz (operaciones denominadas de Petersberg), nos obliga a seguir participando con medios diversos, bien en solitario o formando parte de coaliciones internacionales, en función de cuales sean las circunstancias por las que haya sido requerida nuestra ayuda. En ellas el poder aéreo y sus sistemas de armas tendrán un papel esencial y su demanda, lejos de disminuir, será reclamada con mayor intensidad por el mero hecho de ser imprescindible. Para ello es necesario disponer de capacidades y disponibilidades logísticas con un alto grado de autosuficiencia, lo cual incluye los centros y los medios de distribución basados en el transporte aéreo, considerado como el centro de gravedad del despliegue del poder aéreo.

Volviendo a considerar la importancia de recurrir a las "lecciones aprendidas", al menos para evitar errores en cuanto a la utilización del poder aéreo en el futuro, nos encontramos con que la participación en estas operaciones de Petersberg adolece, por una parte, de pobreza en la toma de decisiones, -rápidas y oportunas-, y, por otra, de una carencia de los medios indispensables para llevar a cabo y, posteriormente, soportar estas operaciones. No olvidemos que la disponibilidad de fuerzas y su capacidad de despliegue se considera como fruto de una voluntad política de cada nación. Los últimos acontecimientos han demostrado que la coordinación entre la parte política y la militar, respecto a la generación de fuerzas, ha estado sometida a un proceso inadecuado por la propia falta de la agilidad y prontitud de respuesta que las operaciones citadas requieren para ser eficaces.

De los resultados obtenidos en las operaciones en las que hemos participado fuera de nuestra nación, ha quedado claro el poder resolutivo de las fuerzas aéreas; y puesto que no hay nada que evidencie que no seguirá siendo así en el futuro, debe cuidarse el sostenimiento de estas capacidades apoyándolas con la misma decisión que cuando se requieren sus servicios.

EVOLUCIÓN DEL APOYO LOGÍSTICO PARA LOS NUEVOS SISTEMAS DE ARMAS

Una vez analizados los próximos marcos de actuación del poder aéreo, y de la atención que debe darse al sostenimiento de sus efectivos, bajo el tratamiento de considerarlo como una "fuerza expedicionaria" proyectable en bases lejanas a las de despliegue inicial, nos cabe preguntarnos en qué medida debe configurarse la gestión de su logística teniendo en cuenta su alta tecnología, los elevados costes de obtención y la compleja red para su distribución.

Deseo iniciar el análisis de las tendencias hacia las que pretende evolucionar el sostenimiento de una fuerza partiendo de la idea, hoy en boga, de que el Estado debe abstenerse, progresivamente, de su actividad empresarial, dejando paso a la iniciativa privada como verdadera protagonista del desarrollo industrial. Si este protagonismo pretende asumir el área de mantenimiento dentro del tejido industrial de Defensa -y en definitiva al sostenimiento de los sistemas de armas de las Fuerzas Armadas-, deberá buscarse el necesario equilibrio entre disponibilidades presupuestarias y los propios costes de sostenimiento, los cuales resultan especialmente elevados cuando hablamos de los sistemas de armas que configuran el poder aéreo.

La viabilidad de cualquier iniciativa dirigida a incrementar la actual gestión del mantenimiento de los medios aéreos que forman parte del objetivo de Fuerza del Ejército del Aire en favor de la industria privada, pasa -en primer lugar- por el respeto a ciertas reglas de oro de obligado cumplimiento: el importe de adquisición debe representar un 28% del coste total del sistema al final de su ciclo de vida, un 60% deben ser los gastos de sostenimiento y de operación y un 12% los correspondientes al contingente de personal encargado en las tareas de mantenimiento. Así, si un sistema de armas tiene 25 años de ciclo de vida calculado, con unos costes de adquisición de 100.000 millones (28%), 215000 millones (60%) deben representar el esfuerzo económico para su sostenimiento y operación y 43000 millones corresponden a los gastos de personal. Extrapolar estos cálculos con objetividad a cualquier sistema de armas en servicio, supone aceptar una realidad que todavía hoy está lejos de ser alcanzada.

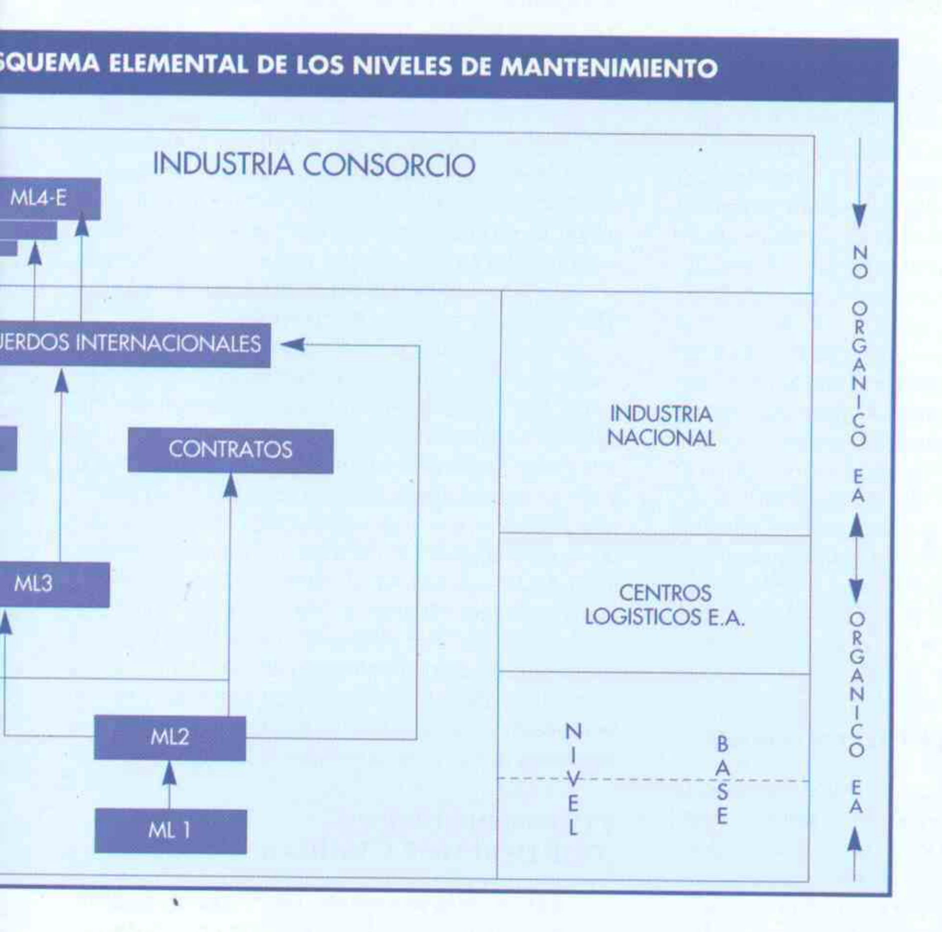
Otro elemento esencial a tener en cuenta es que los costes de sostenimiento aplicados a la industria privada no supongan una carga insoportable, teniendo en cuenta la escasa evolución de los presupuestos; y que los indices de operatividad de la fuerza no se vean afectados por la nueva gestión.

En el supuesto de que esta iniciativa pudiera materializarse, precisaría la reconversión de la industria de defensa que dispone el E.A. para sus sistemas de armas, buscando nuevas formulas logísticas en las que la interrelación industria civil/industria de defensa (Maestranzas y Centros Logísticos) se armonice y coordine buscando soluciones de integración similares a las que se han implantado en otras fuerzas aéreas como la inglesa y alemana.

Pero la experiencia nos dice que copiar lo que otros emprenden, o confiar en quienes sólo con palabras nos aseguran la bonanza del cambio en cualquier tipo de gestión, no sirven más que para desviarnos de nuestra realidad. Poner los pies en el suelo con el uso de nuestro más claro sentido común nos marcará la viabilidad del camino a seguir, puesto que la responsabilidad de tener operativos los medios aéreos, para acudir dondequiera que sean requeridos, será del Ejército del Aire, y de nada deben valer -ni serán aceptables- justificaciones por falta de disponibilidad aduciendo incumplimientos por esta o aquella empresa. Por tanto cualquier cambio que vayamos a introducir en la logística actual debe pasar por el aseguramiento de la disponibilidad operativa a costes aceptables, y esto sin duda requiere, -por economía de medios y capacidad de mantenimiento demostrada-, optimizar y utilizar al máximo las posibilidades de los Centros Logísticos del E.A.

Es por tanto necesario analizar las tendencias actuales para poder visualizar hasta dónde y de qué forma podemos y debemos introducir cambios en nuestra organización logística militar. La primera pasa por que el sostenimiento de la fuerza funciona como un conjunto integrado, es decir, que las tareas de mantenimiento y abastecimiento se realicen coordinadamente bajo una sola dirección. La segunda que el área de la gestión de repuestos sea ejecutada por un conjunto de gestores que, utilizando un sistema informático único (SL-2000 en nuestro caso), integre la gestión de artículos considerandolo como un todo. En tercer lugar, y como un objetivo más ambicioso proyectado hacia un próximo futuro, crear un centro logístico único para la recepción y distribución de artículos con el propósito de lograr un mayor control y economía de medios.

El "cuore" de todos los cambios que se están produciendo en el ámbito de la logística, radica en la evolución hacia sistemas logísticos integrados de todo el entramado que comporta la gestión del sostenimiento de los sistemas de armas. El Sistema Logístico -2000 (SL-2000), mencionado, va a suponer la desaparición de los sistemas no integrados en favor de una gestión única integrada; y aquí es necesario aclarar las diferencias entre uno y otro: Un Sistema integrado se distingue de otro no integrado, o diseminado, en que este último no contempla la totalidad del sostenimiento de un sistema de armas durante su ciclo de vida, dejando que las funciones básicas logísticas no sean aplicadas como un todo, perdiéndose en el camino su interrelación. En un sistema integrado, - conocido como ILS (Integrated Logistic Support)- se gestionan globalmente las necesidades de material del Mando del Apoyo Logístico asegurando la gestión a través del funcionamiento integrado de toda la arquitectura orgánica de la logística; es decir, desde la Ingeniería de Sistemas y de Apoyo hasta la Programación y Control de la Actividad de la Flota (disponibilidad operativa), pasando por Adquisiciones, Mantenimiento, Distribución y Transporte de los artículos que requieren los sistemas de armas y su apoyo diverso para completar la totalidad de su sostenimiento.



En líneas generales un ejemplo de cuanto decimos será la aplicación del sistema logístico integrado al nuevo sistema de armas EF-2000, para el que se buscará una solución tendente a reducir los costes de su ciclo de vida (25 años/6000 horas de vuelo), partiendo de una más estrecha colaboración entre el E.A. y la industria. Este proceso supone la integración de distintas disciplinas logísticas basadas en las técnicas LSA (Logistic Support Analysis) y SAS (Support Analysis for Software), en un marco ILS (Integrated Logistic Support), que identifica las tareas de servicio y mantenimiento a realizar. El objetivo es utilizar la experiencia y las ayudas industriales para cubrir el periodo inicial, lo cual requiere aplicar el concepto de IIS (Interin Industrial Support) para que el contratista (industria) apoye las actividades fuera de avión durante al menos los primeros cinco años de operación. En las figuras adjunta aparece una de las opciones de participación industria/EA para asumir el sostenimiento integrado del EF-2000, solución que podrá ser modificada pero que ya establece un marco de coordinación entre la industria y defensa para el soporte de futuros sistemas de armas.

Por otro lado, una solución que facilite un aumento de las tareas de sostenimiento que puedan ser asumidas por la industria privada de interés para la defensa; es decir, abordar el problema de su acceso al apoyo y sostenimiento de los complejos sistemas de armas partiendo de una concepción logística integrada, pasa -decimos-, por asegurar que el soporte del tejido industrial se base en coeficientes de fiabilidad y eficacia muy realistas para ser capaces de satisfacer al máximo las necesidades operativas de la fuerza, conjugando este requisito de máxima prioridad con las limitadas disponibilidades presupuestarias. En esta idea ya la Directiva de Defensa Mili-

tar 1/97 contempla la participación de empresas civiles en las tareas de sostenimiento que resulten rentables, con el objeto de descargar a las Fuerzas Armadas de cometidos no operativos y, de alguna manera, compensar así la reducción de efectivos.

Evidentemente, la conjunción de ambos extremos no es congruente con disponibilidades económicas tan limitadas y horizontes restrictivos respecto a los indices de crecimiento económico aplicados al Objetivo de Fuerza Conjunto de las Fuerzas Armadas. La defensa y la disuasión requieren recursos cuantiosos, acordes con unas capacidades aceptables para una nación en pleno auge en el mundo y en Europa, y cuando hablamos de una España que "está", y quiere seguir estando, como resultado de su solidaridad, a la que ya hemos hecho referencia, la disponibilidad de recursos económicos por sus fuerzas armadas deben crecer en coherencia con la materialización de esos compromisos.

Finalmente, la idea de que técnicos militares sean asignados a la industria para formar parte de todo el proceso logístico anteriormente mencionado, no significa más que asumir el nuevo reparto de responsabilidades ya diseñado para el más moderno de los sistemas de armas (EF-2000), con mayor realismo para que la nueva arquitectura del sostenimiento se reparta con objetividad entre el núcleo industrial de defensa y la industria privada. Todo un reto, sin duda, y cuyo éxito dependerá de la voluntad de las partes por alcanzar soluciones aceptables.

QUÉ OCURRE EN NUESTRO ENTORNO

El hecho de que necesitemos evolucionar y adaptar nuestras posibilidades para atender la defensa de España y defender nuestros intereses donde quiera que se reclame la presencia de nuestras fuerzas armadas, no se corresponde a una necesidad aislada, sino que forma parte del contexto hacia donde el mundo se mueve, ligando nuestro futuro a contribuir a resolver situaciones de crisis para las que el Gobierno de la nación decida nuestra participación en fuerza. De ahí que sea necesario analizar nuestras carencias, tanto las existentes de forma unilateral como aquellas otras que compartimos -sobre todo en el entorno europeo- con otras naciones.

Todos cuantos hemos participado en el conflicto sobre la antigua Yugoslavia, especialmente en las operaciones sobre el Kosovo, hemos tomado buena nota de las "lecciones aprendidas", de las cuales las carencias más destacables han sido:

- Capacidad de despliegue y movilidad de las fuerzas
- Capacidad de sostenimiento
- Capacidad de supervivencia de fuerzas
- Comunalidad de equipos esenciales, sobre todo en el área de las comunicaciones
- Máxima disponibilidad de la información en tiempo real como base para la elaboración de inteligencia
- Entrenamiento = Precisión = Minoración de daños colaterales.

La OTAN, que durante décadas ha responsabilizado de la logística a cada nación para apoyar los propios medios puestos a su disposición, ha tomado conciencia sobre la necesidad de crear una responsabilidad logística colectiva definida en el NCLC (NATO Concept Logistic Cooperation); y así, de las cincuenta y ocho decisiones tomadas entre los Jefes de Estado de la Alianza durante la Cumbre de Washington, en Abril del año pasado, veinticinco afectan a la logística. Su objetivo principal es establecer un marco capaz de mejorar la cooperación multinacional en este campo, para lo que ha creado el MJLC (Multinational Joint Logistic Center), incluyéndolo dentro de su estructura de Mando.

De forma análoga, si Europa realmente desea contar con una estructura de fuerzas para poder desempeñar con eficacia su papel dentro y fuera de la OTAN, debe -a la vez que concebir y planear su estructura- dotarla de los medios de los que carece y de su sostenimiento. Carencias que, en mayor o menor grado, son comunes a todos los Quince. Todo lo cual significa la necesidad de una verdadera integración supranacional capaz de proporcionarle una verdadera máquina militar común que sirva para disponer de una capacidad estratégica, y con ella permitirle emprender acciones como fruto de su propia iniciativa. Medios significa logística, y en este contexto, precisa de una estrecha coordinación requerida por la propia multinacionalidad.

Y COMO RESUMEN... ¿QUÉ DEBEMOS CAMBIAR?

El análisis de la historia reciente nos permite vislumbrar que en el próximo futuro la participación del poder aéreo seguirá siendo requerida para gestionar crisis cualesquiera que sean las razones que las provoquen, bien sea como origen de una operación de ayuda humanitaria, de mantenimiento de la paz o en el ámbito de la defensa colectiva. Es evidente que irá en aumento la demanda de participación de los medios aéreos, para los que, en consecuencia, debe ocupar un lugar prioritario hacer desaparecer sus carencias logísticas y operativas. Teniendo pues en cuenta que la mayor demanda que va a requerir España de sus fuerzas aéreas será su participación en operaciones alejadas de sus bases de despliegue, todos los parámetros relacionados con la movilidad estratégica y la flexibilidad operativa en la utilización de medios diversos, (transporte aéreo, aviones de caza y ataque, helicópteros, defensa de punto en las bases de despliegue, etc...), deben ser

atendidas con la máxima prioridad y no dar mucho crédito a quienes creen que la multinacionalidad de las operaciones permite beneficiarse de las potencialidades del resto de los participantes.

Pero atender operaciones "fuera de área" (de nuestro territorio nacional), no solo requiere disponer de los medios para poder desplegarlos, operarlos y sostenerlos durante el tiempo que sea necesario, sino que además se necesita que los responsables de configurar las coaliciones multinacionales así como los propios países participantes, mejoren el proceso de la decisión para llevar a cabo estas operaciones en bien de la paz o de la ayuda humanitaria.

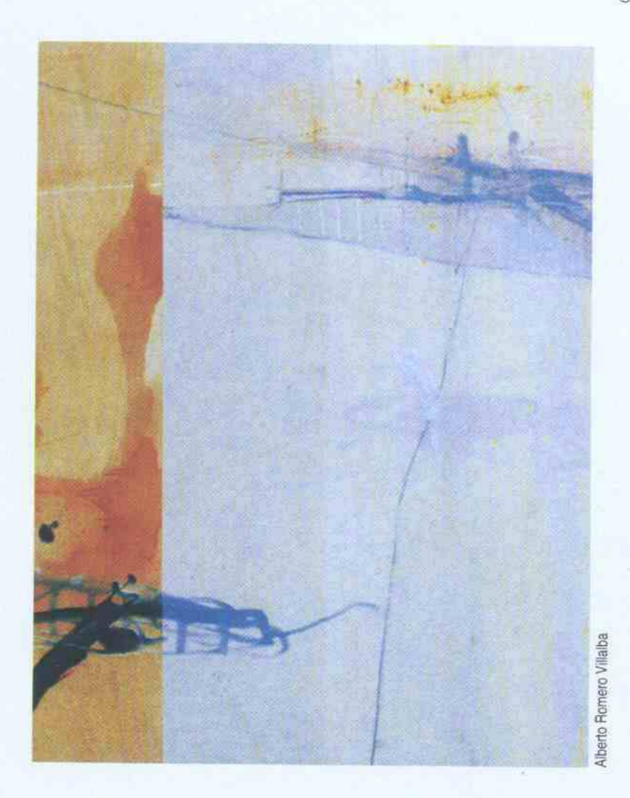
Decidir lentamente supone llegar tarde y mal, dejando que los problemas se agraven durante "el proceso de la indecisión" perdiendo, entre otros, el efecto de la propia eficacia del poder aéreo. Ejemplos recientes han sido las intervenciones en el Kosovo y Mozambique; y en este sentido Europa tiene que despertar hacia dinámicas más activas en el ámbito de las tomas de decisión.

Respecto a la evolución de la logística, dando paso a una mayor participación de la industria en las tareas de mantenimiento y del sostenimiento en general de los sistemas de armas que forman parte del poder aéreo, ya se están tomando medidas para dar cabida a esta iniciativa y cuya materialización efectiva tendrá lugar con la incorporación del EF-2000 (C-16), aunque para conjugar las exigencias de la disponibilidad operativa de los medios aéreos con los intereses de la industria puede ser necesaria la integración de personal militar en las instalaciones industriales, y requiere una adaptación de los costes de sostenimiento hacia parámetros mas realistas acordes con las disponibilidades presupuestarias.

Este modelo de integración de equipos con personal militar en las tareas de mantenimiento dentro de la industria ya está funcionando en otros países, por ejemplo en el centro logístico de mantenimiento que DASA (hoy EADS) tiene en Manching (Alemania), donde de los 166 operarios, 46 serán militares para:

- Gestionar los procesos de mantenimiento
- Controlar el abastecimiento
- Participar en las tareas de revisiones de equipos electrónicos, aviónica, etc..., y en los controles de calidad.

El nivel tecnológico de los sistemas de armas encuadrados en el poder aéreo, la complejidad de su gestión logística con todo cuanto significa, los dilatados plazos de obtención de repuestos y los problemas inherentes a su distribución, exige evolucionar en las teorías logísticas y que profundicemos cada vez más en los conceptos ya en desarrollo sobre la logística integrada, la cual a su vez requiere una adaptación de las arquitecturas actuales de forma que se facilite su gestión. Para ello será necesario que todo el sostenimiento de la fuerza recaiga en una sola estructura dentro del conjunto de la orgánica logística, que cuente, además, con el soporte de un sistema informático capaz y fiable como herramienta para una gestión centralizada, y que se configure un gran centro para la distribución de artículos, son metas a alcanzar y sobre las que el EA ya ha tomado las iniciativas pertinentes.


Alberto Romero Villalba

Bien, amable lector, llegando al final de estas reflexiones espero no haberte aburrido demasiado, tan solo quisiera recalcar que el E.A. del próximo milenio se está configurando para incrementar su capacidad para dar las respuestas adecuadas en los nuevos escenarios estratégicos donde España decida participar, de forma que podamos asumir las responsabilidades que se contraigan con seguridad y eficacia; y para que esto sea así, teniendo en cuenta que el poder aéreo -como ya se ha demostrado - puede desde el aire/espacio influir decisivamente sobre una situación de crisis determinada, no debemos olvidar que nuestras fuerzas aéreas precisan estar dotadas de los medios adecuados, y para los que asegurar su disponibilidad operativa requerirá contar con una logistica integrada, de alto coste y de rápida capacidad de respuesta. Me despido citando a Ortega y Gasset: " El grado de perfección de un ejercito mide con pasmosa exactitud los quilates de la moralidad y vitalidad nacional" ■



Hacia el futuro con una estructura de transición

El Cuartel General del Estado Mayor de la Defensa

FEDERICO YANIZ VELASCO
General de Aviación


Edu Fernández/Revista Española de Defensa

La estructura orgánica del Estado Mayor de la Defensa (EMAD) era, hasta el día 8 de enero de 1998, la establecida por la Instrucción de Organización 1-01/86 de agosto de 1986. Esta instrucción, aprobada dos años después de la creación del Estado Mayor Conjunto de la Defensa (EMACON) por la Ley Orgánica 1/84, recogía la organización y misiones del EMAD de acuerdo con la normativa entonces vigente y las necesidades del momento. En la citada Ley Orgánica 1/84 se creaba también la figura del Jefe del Estado Mayor de la Defensa (JEMAD). En normativas posteriores se ha completado el marco que señala las funciones del JEMAD y sus áreas de responsabilidad hasta llegar a la situación de 19998 muy distinta de la de 1986.

En ese proceso normativo es de destacar, como un importante eslabón, el Real Decreto 1883/1996, de 2 de agosto, de estructura orgánica básica del Ministerio de Defensa, en cuyo artículo siete las funciones del JEMAD quedaron claramente definidas. En el mismo R.D. se contempla la existencia del Cuartel General del Estado Mayor de la Defensa (CG del EMAD) y se hace así posible una estructura que sitúe en nuevos órganos funcionales, dentro del citado CG del EMAD, las actividades de gestión que se realizaban en el EMACON. Por otra parte, el R.D. 1250/97 actualizaba la estructura de Mando Operativo de las Fuerzas Armadas y añadía una nueva razón para actualizar la reorganización del EMAD, definiendo la estructura de un Cuartel General capaz de auxiliar eficazmente al JEMAD. Este apoyo tiene que ser no sólo en el desempeño de sus funciones al frente del Estado Mayor de la Defensa, sino también en su condición de Comandante del Mando Operativo Conjunto de las Fuerzas Armadas (CMOC).

NUEVOS TIEMPOS NUEVAS FUNCIONES

Para mejor entender la necesidad de la reestructuración del Cuartel General del EMAD, es preciso recordar las atribuciones que actualmente tiene el Jefe del Estado Mayor de la Defensa a quien ese Cuartel General debe auxiliar en el desempeño de sus funciones.

El JEMAD es el principal colaborador del Ministro en el planteamiento y ejecución de los aspectos operativos de la política militar y tiene las atribuciones y competencias que le otorga la Ley Orgánica 6/1980, de 1 de julio, modificada por la Ley Orgánica 1/1984, de 5 de enero, por la que se regulan los criterios básicos de la defensa nacional y la organización militar, detalladas posteriormente en otras normativas. Las funciones del Jefe del Estado Mayor de la Defensa contempladas en artículo once bis de la citada Ley Orgánica son las siguientes:

a) Presidir las reuniones de la Junta de Jefes de Estado Mayor, cuando no asista a las mismas el Presidente del Gobierno o el Ministro de Defensa; convocarlas por delegación del Ministro de Defensa y fijar su orden del día, y elevar los informes y propuestas elaborados por la Junta.

b) Formular para su aprobación por el Ministro de Defensa, las directivas operativas y logísticas de carácter combinado o conjunto y hacerlas cumplir.

c) Ejercer el mando de los Unificados y Especificados y, en su caso, delegarlo en el Jefe del Estado Mayor del Ejército que conviniera.

d) Proponer al Ministro de Defensa, previa deliberación de la Junta de Jefes de Estado Mayor, la unificación de los servicios cuya misión no sea exclusiva de un solo Ejército, con el fin de lograr su funcionamiento conjunto con criterios de eficacia y economía de medios.

Posteriormente, las funciones del JEMAD fueron desarrolladas en sucesivos reales decretos referidos a la estructura del Ministerio de Defensa. El último de ellos, que derogó a los anteriores, es el Real Decreto 1883/1996 de 2 de agosto, de estructura orgánica básica del Ministerio de Defensa. En ese decreto se define con detalle las funciones del JEMAD y se refuerza su posición en el área operativa con la asignación de nuevas responsabilidades en ese campo, que posteriormente han sido detalladas en el R.D. 1250/97.

De acuerdo con lo indicado en el R.D. 1883/96 y como ya señalaba la L.O. citada anteriormente, el Jefe del Estado Mayor de la Defensa tiene a su cargo los aspectos operativos de la política militar y sus actividades pueden agruparse en dos grandes conjuntos. El primero comprende todo lo relacionado con el Mando Operativo (sobre él se hace más adelante un análisis detallado). En el segundo se pueden agrupar las funciones de carácter general y aquellas relacionadas con el Planeamiento de Defensa.

Al Jefe del Estado Mayor de la Defensa, en el campo no puramente operativo, le corresponden las siguientes funciones:

* *Elaborar, con el asesoramiento de la Junta de Jefes de Estado Mayor, la propuesta del Plan Estratégico Conjunto, que posteriormente se somete al Ministro de Defensa para su formulación.*

* *Proponer las prioridades operativas para la elaboración del Objetivo de Fuerza Conjunto e informar sobre la adecuación de la programación de recursos del departamento a dichas prioridades.*

(Función puente entre el área de planeamiento general o de fuerzas y el área operativa).

* *Establecer la doctrina para la acción conjunta, en el marco de la Junta de Jefes de Estado Mayor.*

* *Proponer al Ministro, previa deliberación de la Junta de Jefes de Estado Mayor, la unificación de los servicios cuya misión no sea exclusiva de un sólo ejército, siempre que su funcionamiento conjunto represente una mayor eficacia y economía de medios.*

* *Dirigir la implantación, operación y explotación de los sistemas conjuntos de mando y control, inteligencia, telecomunicaciones y guerra electrónica, coordinando, e integrando en caso necesario, los correspondientes de los ejércitos.*

* *Determinar las necesidades de recursos en materia de movilización derivadas de los planes de operaciones.*

* *Coordinar la participación militar española en el sistema de planeamiento de las organizaciones o alianzas de carácter militar a las que España pertenezca.*

* *Ostentar, por delegación del Ministro, la representación del departamento en los casos en que éste se la encomiende y, en especial, la de las Fuerzas Armadas en las organizaciones militares internacionales.*

EL MANDO OPERATIVO DE LAS FUERZAS ARMADAS

El Real Decreto 1883/96, que como se ha dicho es la última normativa sobre estructura orgánica básica del Ministerio de Defensa, señala en el punto 2 del artículo 7 de manera muy clara que el JEMAD es la autoridad militar responsable en el cumplimiento de las misiones operativas, no sólo derivadas del Plan Estratégico Conjunto, como anteriormente, sino también de aquellas otras que puedan surgir en situaciones de crisis o que el Gobierno encomiende a las Fuerzas Armadas. De esa forma queda ampliada la responsabilidad del JEMAD a todo tipo de misiones operativas[1]. Los puntos 3, 4 y 5 del mismo artículo 7 señalan inequívocamente que el JEMAD ejerce el mando operativo de las fuerzas asignadas, que puede establecer las estructuras operativas necesarias y que puede asignar misiones a los Mandos Operativos. El punto 4 del artículo 19 señala claramente las funciones de los Jefes del Estado Mayor del Ejército de Tierra, de la Armada y del Ejérci-

ESTADO MAYOR DE LA DEFENSA
JEMAD
REPRESENTACIONES MILITARES
CESESDEN
GABINETE
C.G. DEL EMAD
INTERVENCION
ORGANOS ASISTENCIA DIRECTA
EMACON
ORGANOS GESTION

[1] Salvo las que, en tiempo de paz, se realizan de forma permanente y con carácter específico, responsabilidad de los JEME,s (art. 19.5).

to del Aire en este contexto.

En el punto 6 del citado artículo 7 del Real Decreto 1883/1996, el JEMAD ve completada su posición en el campo operativo con las siguientes funciones:

* *Elaborar los documentos y directivas operativas y logísticas conjuntas para el planeamiento de las operaciones militares.*

* *Supervisar, por delegación del Ministro, el estado de adiestramiento y eficacia operativa de las Fuerzas Armadas.*

* *Programar y conducir la realización de ejercicios que permitan evaluar la eficacia de los planes operativos y el adiestramiento conjunto de las Fuerzas Armadas.*

* *Coordinar con los mandos militares de naciones aliadas u organizaciones internacionales el planeamiento y ejecución de las operaciones militares y ejercicios que deban desarrollarse en el marco de los acuerdos internacionales en materia de defensa en los que España sea parte.*

Las nuevas responsabilidades del JEMAD en el cumplimiento de misiones operativas exigían una revisión de la Orden 7/1989, de 3 de febrero, de constitución de la Estructura de Mando Operativo. El Real Decreto 1250/1997, de 24 de julio, por el que se constituye la estructura de Mando Operativo desarrolla lo contemplado en el R.D. 1883/96.



El general del Aire Valderas con el entonces su colega rumano, general Degeratu.

En el R.D. 1250/97 se constituye la estructura de Mando Operativo de las Fuerzas Armadas para llevar a cabo el planeamiento, conducción y ejecución de las operaciones necesarias para cumplir las misiones operativas derivadas del Plan Estratégico Conjunto y de aquellas otras operaciones que puedan surgir en *situaciones de crisis o que el Gobierno encomiende a las Fuerzas Armadas*, así como de los ejercicios conjuntos y conjunto-combinados precisos para su adiestramiento y para la evaluación de los planes operativos en vigor. En el citado R.D. se señala también que la estructura de Mando Operativo de las Fuerzas Armadas estará integrada, *con carácter permanente*, por el Mando Operativo Conjunto de las Fuerzas Armadas y, bajo su dependencia, por los Mandos Operativos Terrestre, Naval y Aéreo. También se integrarán en esta estructura aquellos otros mandos operativos que eventualmente pudieran crearse.

Por otra parte, el R.D. 1250/97 deja claro que el JEMAD es el Comandante del Mando Operativo Conjunto (CMOC) de las Fuerzas Armadas y, que sin perjuicio del ejercicio de la conducción estratégica de las operaciones, *asumirá el mando operativo de las fuerzas terrestres, navales y aéreas que sean asignadas para llevar a cabo las misiones y ejercicios,* y que, previa aprobación del Ministro de Defensa, establecerá la organización operativa adecuada para el cumplimiento de cada misión y para el desarrollo de cada ejercicio, asumiendo directamente el mando o designando un comandante que actuará en su nombre y bajo su mando.





Especialmente importante desde el punto de vista de la necesidad de reorganizar el EMAD es el hecho de que el R.D. citado señala que para el ejercicio de sus funciones, el CMOC de las Fuerzas Armadas dispondrá como órgano auxiliar, en el seno del Cuartel General del Estado Mayor de la Defensa, del Estado Mayor Conjunto y que tendrá *un Puesto de Mando con los elementos de apoyo necesarios para la conducción de operaciones y ejercicios así como para el seguimiento de situaciones de crisis.*

UN DISEÑO PARA RESPONDER A UN RETO

El Cuartel General del EMAD es, como ya se ha dicho, el órgano que auxilia al JEMAD/CMOC en el desarrollo de las numerosas funciones y responsabilidades que tiene atribuidas y hemos visto anteriormente. La estructura del EMAD establecida por la Instrucción 1-01/86, pese a modificaciones parciales no podía responder a las necesidades de apoyo que precisa el JEMAD como tal y como CMOC de las Fuerzas Armadas. Los cambios parciales realizados a lo largo de los años en la organización del EMAD, no fueron recogidos en ningún documento que los agrupase como una revisión de la Instrucción de Organización 1-01/86. Aunque en varias ocasiones fueron iniciados proyectos para reorganizar completamente el EMAD, nunca llegaron a plasmarse oficialmente. De todo lo anterior se deduce la absoluta necesidad que había de actualizar la estructura del EMAD para poder responder a las atribuciones que las normativas mencionadas atribuyen al JEMAD/CMOC.

ESTRUCTURA OPERATIVA

EVOLUCION NORMATIVA

- L.O. 1/1984 de reforma de la L.O. 6/1980, por la que se regulan los criterios básicos de la Defensa Nacional y la Organización Militar.
- Real Decreto 1/1987, por el que se determina la Estructura Orgánica Básica del Ministerio de Defensa.
- Orden Ministerial 7/1989, por la que se constituye la Estructura de Mando Operativo de las Fuerzas Armadas.
- Real Decreto 1883/1996, de Estructura Orgánica Básica del Ministerio de Defensa.
- Real Decreto 1250/1997, por el que se constituye la Estructura de Mando Operativo de las Fuerzas Armadas.

R.D. 1250/1997

- Se constituye estructura del Mando Operativo de las FAS

para llevar a cabo

- Planeamiento, conducción y ejecución de:
  - Operaciones necesarias en misiones operativas derivadas PEC.
  - Operaciones necesarias en situaciones crisis.
  - Otras operaciones encomendadas por el Gobierno a FAS.
  - Ejercicios conjuntos y conjunto-combinados.

En los estudios preparatorios para diseñar una nueva estructura del CG del EMAD que fuese plasmada en una nueva Instrucción de Organización, se tuvieron presentes las funciones del JEMAD/CMOC que hemos descrito anteriormente. Durante dichos estudios se agruparon esas funciones en grandes áreas en las que tiene actualmente responsabilidad el JEMAD/CMOC: inteligencia militar, estrategia militar, representación de las fuerzas armadas, planeamiento de defensa tanto de fuerzas como operativo, seguimiento de crisis, conducción de operaciones y ejercicios y dirección de sistemas conjuntos. Del análisis de la información disponible se constató que en algunos países aliados existen, a veces, organismos distintos para auxiliar al JEMAD y al CMOC o a las autoridades equivalentes en el desempeño de sus distintas funciones y responsabilidades. En efecto, en un país vecino existe un organismo que tiene funciones especificas en el área estrategica militar y planeamiento de fuerzas, otro en el campo de planeamiento operativo y de ejercicios, y un tercero en el seguimiento de situaciones de crisis y la conducción de operaciones y ejercicios. Sin embargo, de los estudios realizados se dedujo que ésta no era la única solución al problema orgánico y que ni siquiera se pude decir que la citada fuese la solución más extendida. En general, en los países de nuestro entorno, existen soluciones orgánicas diferentes para dar respuesta a necesidades semejantes.

Durante el desarrollo de los trabajos de la Comisión creada al efecto, el primer criterio seguido fue adecuar el modelo a las funciones que tiene que cubrir. Otro criterio guía fue tratar de conseguir la máxima economía de medios y por ello se contempla la existencia de un único Estado Mayor dentro del CG del EMAD. Este principal órgano auxiliar, es el Estado Mayor Conjunto de la Defensa (EMACON) que apoya al

El JEMAD, general del Aire Valderas, con el actual Presidente del Comité Militar de la OTAN, almirante Venturoni.

JEMAD en sus cometidos como tal y como CMOC de las Fuerzas Armadas. Por la misma razón, el Puesto de Mando previsto en el R.D. 1250/97 se articula en la División de Operaciones del EMACON.

Al definir la nueva estructura se contó con la colaboración de las distintas divisiones y organismos del EMAD y se recogieron todos los cometidos que desempeñaban éstos. Cuando fue preciso se definieron nuevos cometidos para desarrollar nuevas funciones como las derivadas del Mando Operativo Conjunto de las Fuerzas Armadas. Por otra parte, en la nueva estructura se buscó el establecimiento de un agrupamiento en áreas funcionales homogéneas siguiendo a grandes rasgos las áreas analizadas en los estudios preparatorios y descritas anteriormente. Esta agrupación permite concentrar la atención en asuntos fuertemente relacionados. Esa concentración no era posible anteriormente pues con las sucesivas modificaciones parciales de la Instrucción 1-01/86 se había perdido la deseada agrupación de áreas funcionales homogéneas.



En el diseño de la nueva estructura se tuvo en cuenta el futuro previsible de que aumentase nuestra participación en organizaciones defensivas internacionales y en fuerzas multinacionales, como ha ocurrido. Por otra parte se pretendió conseguir que fuese posible anticiparse a los acontecimientos y preparar de antemano respuestas ante una situación estratégica y general en cambio continuo. En los órganos que se creasen se pretendía también una especialización que asegurase una actuación eficiente tanto en el campo del personal como en el de los sistemas dependientes del JEMAD/CMOC.

LA NUEVA ESTRUCTURA

Antes de comenzar con la descripción de la estructura del CG del EMAD, es conveniente recordar que, fuera de dicho CG, dependen directamente del JEMAD: el CESEDEN, las Representaciones Militares ante alianzas y organizaciones defensivas internacionales, y el Gabinete del que dispone el JEMAD de acuerdo con lo previsto en el artículo 12.3 del R.D. 839/1996, de 10 de mayo. De acuerdo con los criterios expuestos para diseñar el modelo, en la nueva estructura del CG del EMAD se distinguen los siguientes tipos de elementos: el EMACON, los órganos de gestión del EMAD, los órganos de asistencia directa al JEMAD y los órganos de apoyo. La Instrucción de Organización 01/98 del JEMAD recoge con detalle todos los aspectos de la estructura del CG del EMAD y además presenta las funciones, cometidos y relaciones de los distintos órganos que la componen.

El EMACON se estructura en cinco divisiones: Planes, Inteligencia, Operaciones (de la que depende el Puesto de Mando), Estrategia y Cooperación Militar, y Sistemas de Información y Comunicaciones. Las funciones desempeñadas por la antigua División de Logística son asumidas por las divisiones de Planes y Operaciones y por la nueva Jefatura de Personal del EMAD.

A continuación se resumen las principales funciones de las divisiones del EMACON:

La División de Planes se ocupa del Planeamiento de la Defensa Militar nacional y de nuestra participación en el planeamiento de las organizaciones defensivas internacionales a las que España pertenece. La División de Inteligencia tiene como función satisfacer las necesidades de Inteligencia del Planeamiento de la Defensa Militar y del Mando Operativo Conjunto, así como de coordinar el esfuerzo de Inteligencia de las FAS y mantener las relaciones de inteligencia en el marco de las alianzas en las que participan nuestras FAS. La División de Operaciones se ocupa.del planeamiento y coordinación de las operaciones y ejercicios conjuntos y conjuntocombinados y de auxiliar al JEMAD como CMOC. La nueva División de Estrategia y Cooperación Militar auxilia al JEMAD en la realización de estudios de carácter estratégico, en las relaciones militares no específicas que se mantienen con organizaciones defensivas internacionales y en las relaciones militares bilaterales y multilaterales de carácter general. La División de Sistemas de Comunicaciones e Información auxilia al JEMAD en el planeamiento de las materias relacionadas con dichos sistemas.

Los órganos de asistencia directa al JEMAD/CMOC son:

• El Gabinete Técnico del que depende la Oficina de Relaciones Informativas y Públicas del EMAD.

• La Asesoría Jurídica.

Los órganos de gestión del CG del EMAD son:

• La Jefatura de Personal del EMAD (JEPE-MAD) que se ocupa, en su nivel de competencia, del personal dependiente del JEMAD.

• La Jefatura de Sistemas y Programas del EMAD (JESPREMAD) que asume la dirección y coordinación de los Sistemas de Información y Comunicaciones, el desarrollo de los Programas Conjuntos y el apoyo logístico de sus correspondientes sistemas, así como la gestión de la infraestructura y servicios de las instalaciones dependientes del EMAD.

• El Gobierno del CG que apoya a los diferentes órganos del CG del EMAD.

• La Sección Económico Administrativa que apoya al JEMAD en la gestión de los recursos financieros puestos a disposición del EMAD.

Por su parte, **la Intervención Delegada** ejerce el control interno de la gestión económicofinanciera, desarrollada en el ámbito del Estado Mayor de la Defensa. Además asesora al JEMAD/CMOC en los temas de carácter económico fiscal.

MIRANDO AL FUTURO

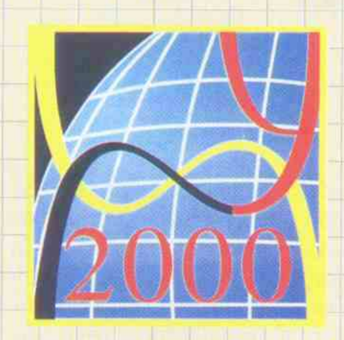
La puesta en vigor de esta estructura, se realizó por fases, según lo dispuesto en la Directiva 01/98 del JEMAD, habiéndose implementado la tercera y última el uno de octubre de 1998. En esa directiva se señalaba el carácter provisional de la implantación y su realización por etapas. Estas dos circunstancias permitieron hacer las modificaciones precisas y minimizaron las molestias que un cambio de este tipo supone. Durante el período de implantación, se ajustó el modelo teniendo en cuenta las experiencias adquiridas y las sugerencias recibidas de los diversos órganos envueltos en cada fase del proceso.

La estructura anteriormente expuesta ha servido, tras un período de rodaje y ajuste, para apoyar al JEMAD/CMOC en el cumplimiento de sus funciones durante más de dos años de intensa actividad. La participación en la nueva Estructura de Mando y la creación del Cuartel General del Mando Conjunto del Sudoeste de la OTAN son sólo dos ejemplos de la gran actividad del EMACON, principal órgano del CG del EMAD, durante los años 1998 y 1999. La actividad sigue siendo muy intensa desde comienzos de año. La racionalización de la Inteligencia de las FAS, el final del último ciclo del Planeamiento de Defensa Nacional y el planeamiento y seguimiento de la participación de nuestras FAS en diversas operaciones de Paz y de ayuda humanitaria son, entre otras muchas, las tareas que ocupan al máximo a los destinados en el CG de EMAD. La estructura creada en 1998 ha permitido realizar el trabajo encomendado.

Las realidades de cada momento pueden aconsejar su revisión pero, con la estructura descrita en la Instrucción de Organización 01/1998, existe un punto de partida que servirá de referencia para acometer cualquier modificación ■

DOSSIER

Año mundial de las matemáticas



Como es sabido, el año que cierra el siglo XX, este carismático año 2000, ha sido declarado por la Organización de Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura -UNESCO-, Año Mundial de las Matemáticas.

Hace ahora exactamente un siglo el año 1900, la Unión Matemática Internacional (IMU.- International Mathematical Union), celebraba en París un Congreso Internacional en el que, basándose en las principales tendencias de la investigación matemática de finales del siglo XIX, predecir de alguna forma las direcciones futuras de los progresos matemáticos.

Es de destacar en el Congreso de París de aquel año, la intervención del matemático alemán David Hilbert (1862-1943), que fuera profesor de Konisberg, su ciudad natal, y después en Gottingen desde 1895 hasta 1929.

Hilbert es considerado como el líder indiscutible de la escuela matemática alemana del primer tercio del siglo XX. Pronunció en aquel Congreso una conferencia magistral en la que propuso 23 problemas, que numeró del 1 al 23; problemas que a su juicio representaban los puntos de discusión, cuya solución podría hacer progresar las matemáticas. Pues bien, de aquellos 23 problemas propuestos hace ahora cien años, solamente a poco más de la mitad se les ha encontrado solución.

Manifestaba Hilbert: el método riguroso de una demostración matemática, es al mismo tiempo el más sencillo y fácil de comprender. *Hilbert asombró a la comunidad matemática por la metodología en la solución de problemas, y ha sido el referente principal que se ha tomado para la declaración del año 2000, Año Mundial de las Matemáticas.*

Dando un salto en el tiempo, hacia ahora, digamos que en agosto de 1990 se celebraba en Kobe (Japon) la Asamblea General de la IMU, y la delegación de Estados Unidos propuso que a semejanza del Congreso de París de 1900, se celebrara el año 2000 un acontecimiento similar.

El 6 de mayo de 1992 se firmó por la IMU la "Declaración de Río de Janeiro sobre las Matemáticas", con tres objetivos principales:

– Determinación de los grandes cambios matemáticos en el siglo XXI.

– Promulgar las matemáticas -puras y aplicadas- como uno de los elementos clave para el desarrollo.

– Presencia sistemática de las matemáticas en la información a la sociedad, -la imagen de las matemáticas-.

En París, el 11 de noviembre de 1997, la UNESCO hacía la declaración a nivel mundial, y se ratificaba la importancia central de las matemáticas en el mundo de las ciencias, la tecnología, las comunicaciones, la economía y numerosos otros campos.

Entre los primeros 15 países que se adhirieron a esta celebración, estaba España.

La IMU formó un comité que denominó "Turn of the Centruy Commitee", para el que fue nombrado Chairman Jacob Palis, de Brasil, secretario general de la IMU.

En España se constituyó un comité nacional y comités regionales en cada una de las comunidades autónomas. En febrero de 1999, el Parlamento, a propuesta de la Comisión mixta de Investigación y desarrollo Tecnológico, aprobó una proposición, no de ley, sobre la celebración del Año Mundial de las Matemáticas.

El comité nacional tiene la denominación de CEAMM (Comité Español del Año Mundial de las Matemáticas), con miembros del Consejo Superior de Investigaciones Científicas, de la Facultad de Matemáticas de la Universidad Complutense, y de la Real Academia de Ciencias Exactas Físicas y Naturales, como instituciones más destacadas.

El 21 de enero y el 17 de febrero, el CEAMM presentó oficialmente en el Congreso de los Diputados y en el Senado, respectivamente, las actividades a desarrollar en España el WMYU, acrónimo con el que se identifica este Año Mundial de las Matemáticas.

La real Sociedad Matemática Española ya ha celebrado el Congreso RSME 2000, en conmemoración del centenario del nacimiento de Pedro Puig Adam, que fuera discípulo de Julio Rey Pastor, dos de los matemáticos españoles más destacados en el siglo XX, cuyos libros de texto podemos afirmar que han estudiado todos los profesionales de las diversas ramas de Ciencia e Ingeniería. Puig Adam sería profesor de Cálculo Integral en la Escuela Superior Aerotécnica, en los primeros años de la década de los 30, bajo la dirección de Emilio Herrera Linares, que consideraba imperativo un conocimiento riguroso de las ciencias exactas para el conocimiento de los complejos fenómenos del vuelo.

Revista de Aeronáutica y Astronáutica ha preparado el presente "dossier", en el que se expone cómo utilizan las matemáticas en España, actualmente, los profesionales de la aeronáutica y la astronáutica; para ello ha contado con la colaboración de destacados especialistas en estas lides.

La Matemática aplicada en el diseño y fabricación de aeronaves

José Antonio Martinez Cabeza
Ingeniero Aeronáutico

Aunque la juventud de la Aviación podría hacer pensar lo contrario, los principios físicos que rigen el vuelo de las aeronaves y su formulación matemática tienen una larga y apasionante historia tras de sí.

Un retroceso en el tiempo para buscar los orígenes de esos principios físicos conduce hasta julio de 1687, la fecha en que Sir Isaac Newton (1642-1727) publicó sus «Philosophiae Naturalis Principia Mathematica». Cuando se habla de Newton el que más y el que menos asocia su nombre con la Mecánica. Pero fue también uno de los padres de la Hidrostática y la Hidrodinámica. Examinó los fenómenos relacionados con el movimiento de los fluidos y extrajo conclusiones usadas como punto de partida por otros nombres ilustres de la Ciencia. Newton consideraba el flujo fluido como una corriente uniforme y paralela de partículas y, basado en esa hipótesis, estableció que una corriente que incidiera sobre un cuerpo plano inclinado un determinado ángulo respecto de la dirección del movimiento fluido, produciría una fuerza resultante sobre él proporcional a la densidad del fluido, al cuadrado de su velocidad, al área del cuerpo y al cuadrado del seno del ángulo.

En 1738 Daniel Bernoulli (1700-1782) publicó su «Hydrodynamica» donde expuso sus conceptos acerca de los efectos de la presión, la densidad y la velocidad en el movimiento de los fluidos y estableció el teorema que lleva su apellido. Fue Leonhard Euler (1707-1783) quien allá por 1755 formuló las ecuaciones del movimiento de los fluidos y puso en lenguaje matemático los conceptos de Newton y Bernoulli.

Cerca de las postrimerías del siglo XIX el británico Frederick William Lanchester (1868-1946) abordó unas actividades que estaban llamadas a tener gran relevancia para la Aerodinámica. Durante 1892 experimentó con pequeños planeadores y con los resultados obtenidos enunció su teoría de la circulación para explicar la generación de sustentación en las alas, teoría que expuso en una conferencia dictada en la Birmingham Natural History and Philosophical Society el 19 de junio de 1894. Diversas circunstancias condujeron a que esa teoría, eso sí, debidamente revisada, no estuviera lista para publicación hasta tres años más tarde. Sin embargo no vería entonces la luz porque la Physical Society no la consideró digna de su respaldo. Lanchester editó su teoría en la obra «Aerodynamics» (1907), pero su redacción resultaba difícilmente comprensible para el mundo científico de la época y sus trabajos no recibieron la atención que merecían. El matemático Wilhelm Kutta (1867-1944), sin conoci-



Las circunstancias que rodearon el primer vuelo supersónico de la Historia de la Aviación realizado por Charles Yeager con el Bell X-1 enseñaron el camino que debería seguir el diseño aeronáutico en el futuro. -NASA Langley Research Center-

El Lockheed Martin F-117 integró un diseño de baja firma radar y una aerodinámica absolutamente inusual con la ayuda de ordenadores de gran capacidad y softaware específico. -Lockheed Martin-



miento de los trabajos de Lanchester, había llegado a parecidas conclusiones merced a sus estudios para calcular de manera teórica la sustentación de los planeadores de Otto Lilienthal (1848-1896). En 1906 Nikolai Ergorovich Joukowski (1847-1921) publicó unos trabajos que, también de manera independiente, iban en idéntico sentido. El resultado final sería el teorema de Kutta-Joukowski, un principio básico para la Aerodinámica que estableció la proporcionalidad entre la sustentación y la circulación.

Ludwig Prandtl (1875-1953) había dado a conocer en 1904 el concepto de capa límite y su efecto en la resistencia aerodinámica, y posteriormente, entre 1910 y 1920, desarrolló sus estudios acerca de la sustentación y la resistencia de las alas siguiendo los pasos de Lanchester, Kutta y Joukowski.

La década de los 20 fue especialmente fructífera en el estudio de la Mecánica de Fluidos en general y de la Aerodinámica en particular. Max Munk (1890-1986), que en 1919 había participado con Prandtl en el desarrollo del concepto de la resistencia inducida, publicó su teoría de los perfiles delgados en 1922. Se desarrollaron en ese período de tiempo familias de perfiles aerodinámicos, se examinaron diferentes formas de

alas, el efecto de sus parámetros fundamentales en la sustentación, la resistencia y las cualidades de vuelo, se estudió el cálculo de actuaciones y, lo que es más importante, todo ello se formuló matemáticamente. Los nombres de Theodore Von Kármán (1881-1963), Hermann Glauert (-1934), Jakob Ackeret (1898-1981) y Theodore Theodorsen (1897-1978) se sumaron a la tarea de dotar de una sólida base físico-matemática a la Aviación. La realidad sería, no obstante, que hasta finales de la Segunda Guerra Mundial el diseño aeronáutico se apoyó fundamentalmente en la experimentación y en la aplicación de las «lecciones aprendidas» de conceptos precedentes.

Las industrias aeronáuticas buscaban sacar el máximo rendimiento de la velocidad, aquello en que las aeronaves superaban con creces a los demás vehículos. Y así, inmersos en la búsqueda aviones cada vez más rápidos, diseñadores y constructores se fueron introduciendo en el rango de velocidades donde la compresibilidad del aire ya se pone de manifiesto.

Los aviones de caza de altas actuaciones iban a ejemplificar de manera dramática los efectos de la compresibilidad. Fue Ralph Virden, piloto de Lockheed cuyo YP-38 resultó destruido el 4 de noviembre de 1941 mientras efectuaba un picado, la primera víctima conocida de esa propiedad física. Se cree que del orden de 50 pilotos pudieron perecer en accidentes de similar origen, aunque la cifra auténtica nunca se supo debido a la coincidencia con tiempos bélicos. En los medios aeronáuticos se tenía la certeza de que los efectos del vuelo cerca de la velocidad del sonido y la presencia de ondas de choque eran la causa de los desastres, pero no se sabía como resolver el problema y había por añadidura otras cuestiones más acuciantes por atender. La leyenda de la «barrera del sonido» ganó fama, a veces alimentada desde algún medio científico.

El régimen supersónico no era precisamente un desconocido. Ernst Mach (1838-1916), que entre 1873 y 1893 desarrolló una serie de técnicas para la medida de las ondas sonoras y su propagación, estableció en 1887 los principios del movimiento supersónico en los fluidos. Prandtl había realizado numerosos experimentos en Göttingen entre 1905 y 1908 referentes al movimiento supersónico, a través de toberas y con ayuda de ellos desarrolló su teoría de las ondas de choque y las expansiones supersónicas. En 1920 Prandtl había retornado al estudio del movimiento fluido a altas velocidades. Albert Betz y Adolf Busemann (1901-1986), del Instituto Kaiser Wilhelm de Göttingen, habían sugerido los fundamentos básicos del diseño de aviones capaces de superar la velocidad del sonido en medio de una indiferencia generalizada.

Albert Betz invirtió incontables horas de ensayos y análisis sobre el régimen transónico usando diferentes formas de ala, incluida el ala delta. Betz publicaría cinco trabajos al respecto entre 1936 y 1939 y un libro en ese último año. Adolf Busemann presentó en el congreso Volta celebrado en Roma a comienzos de octubre de 1935 los resultados de sus estudios sobre el vuelo supersónico. Busemann había concluido que las alas en flecha eran una solución para reducir el notable aumento de resistencia asociado al vuelo en las inmediaciones de Mach 1, aunque sus razonamientos eran un tanto endebles porque se basaban en que de esa manera las alas se mantendrían en el interior de las ondas de choque generadas en el morro del avión.

Cuando se decidió abordar el vuelo a velocidades superiores a la del sonido se establecieron las condiciones para el salto cualitativo que necesitaba el progreso aeronáutico. Se constató entonces que ese reto no podía ser abordado acudiendo a la experiencia del vuelo subsónico. El Reino Unido con el Miles M.52 y la Unión Soviética con el Bisnovat B-5 y el DFS 346 -éste capturado en Alemania- pusieron manos a la obra respectivamente en 1943 y 1946 con el fracaso como resultado. Los Estados Unidos se apuntaron el éxito pero no precisamente por estar en mejores condiciones que los británicos y los soviéticos. Todo comenzó cuando en 1944 el Congreso aprobó un presupuesto para la exploración del vuelo supersónico, en un programa que conjuntamente debería ser abordado por el NACA (National Advisory Committee for Aeronautics) y el Departamento de Defensa.

En teoría tal programa debía beneficiarse de una situación privilegiada: Estados Unidos no había tenido guerra en su territorio, y por ello sus industrias e instalaciones estaban intactas, perfectamente «entrenadas» en la producción masiva de aviones y en el desarrollo de proyectos en plazos extremadamente cortos. Tenía además en el NACA unas excelentes instalaciones para ensayos. No es exagerado decir que al concluir la Segunda Guerra Mundial, Estados Unidos disponía de la mejor organización de diseño, experimentación y producción de aviones que el mundo había visto hasta entonces.

Pero no había métodos ni conocimientos para diseñar con una base físico-matemática solvente un avión capaz de sobrepasar Mach 1. Los túneles aerodinámicos disponibles tampoco eran adecuados. El X-1, que el 14 de octubre de 1947 se convirtió en el primer avión supersónico de la Historia de la Aviación, hubo de ser concebido con enormes dosis de intuición y -¿por qué no decirlo?- fortuna para compensar el desconocimiento de los efectos inherentes a los regímenes transónico y supersónico. Bell Aircraft Corporation, la compañía en la que recayó el diseño y construcción de los tres prototipos X-1 fabricados, optó por un ala del 8-10% de espesor relativo -según el prototipo de que se tratara- y alargamiento 6,03, no se atrevió a usar flecha y dispuso un fuselaje con forma de bala a partir de ciertos estudios existentes acerca del comportamiento aerodinámico de los proyectiles de calibre 0,5. El primer vuelo supersónico de la Historia de la Aviación contó con todos los rasgos de una aventura en la que Charles Yeager, el legendario piloto que lo llevó a cabo, hizo el papel de explorador de un mundo casi desconocido, pero esa gesta tuvo una virtud muy

importante: enseñó el camino que debería seguir el diseño aeronáutico.

Y así el auge de la Aviación fue vertiginoso a partir del final de la Segunda Guerra Mundial. Las herramientas matemáticas adquirieron protagonismo creciente en apoyo de los métodos empíricos. La Aviación Militar apoyada en los motores de reacción pronto convertiría el vuelo supersónico en una rutina. La Aviación Comercial evolucionaría con diligencia para ofrecer combinaciones cada vez más atractivas de confort, velocidad y alcance que la llevaron con prontitud a ocupar un lugar relevante entre los medios de transporte.

Hasta tal punto fue raudo el progreso de las aeronaves comerciales que se pasó de utilizar en las últimas semanas de 1945 aviones DC-3 y DC-4 sobrantes de guerra para el transporte de pasajeros, a iniciar los estudios acerca del avión comercial supersónico en Francia y Gran Bretaña en 1956 y en Estados Unidos en 1958. Es más, el acuerdo franco-británico que dio origen al Concorde se firmó el 19 de noviembre de 1962, transcurridos poco más de 17 años desde el fin de la Segunda Guerra Mundial.

El avance tecnológico en el terreno de los ordenadores, arrastrado por la carrera en pos de la Conquista del Espacio, tuvo una repercusión decisiva en el apartado aeronáutico. Las primeras consecuencias espectaculares de la llegada de los superordenadores iban a darse en el terreno militar, aunque han tardado años en ser conocidas, pues en su momento pertenecieron al mundo del alto secreto. Un ejemplo relevante es el F-117, hoy un avión sobradamente conocido, cuyos orígenes se remontan hasta mediados de la década de los 70. De hecho el contrato para su desarrollo se firmó el 16 de noviembre de 1978.

El diseño del F-117 tuvo su base en un software puesto a punto por Lockheed en 1975 bajo el nombre clave de Echo 1, que con ayuda de un ordenador Cray permitió predecir y simular la forma en que los objetos reflejan las ondas de radar. Era el fruto de muchos años de trabajo que se remontaban en el tiempo hasta los días del programa A-12 (1959), cuando Clarence L. Johnson decidió que su departamento -«Skunk Works»- debía investigar acerca de los procedimientos para conseguir bajas firmas radar. Ni que decir tiene que aplicaciones matemáticas y ordenadores fueron responsables de la compleja compatibilización de las inusuales formas del F-117 con la Aerodinámica y, finalmente, fue un sistema cuádruple redundante «fly-by-wire» de control de vuelo similar al del F-16 el que permitió que ese avión volara a pesar de ser inestable.

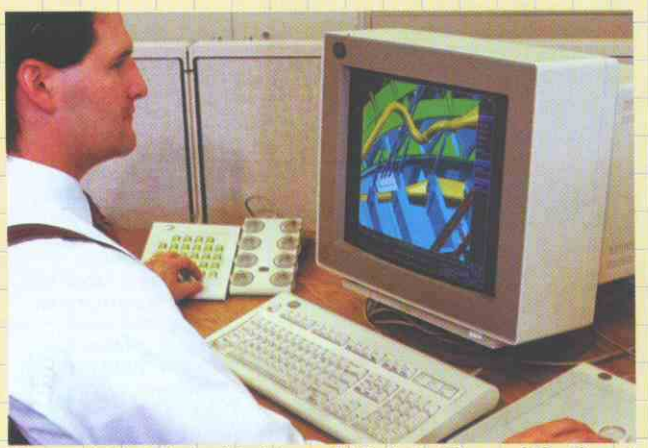


El 25 de mayo de 1972 este LTV F-8 Crusader de la NASA se convirtió en el primer avión del mundo que voló provisto de un sistema «fly-by-wire» acoplado a un ordenador digital. La NASA había comenzado a estudiar en 1960 ese programa experimental cuyo principal valedor fue el ex-astronauta Neil Armstrong. -NASA Dryden Flight Research Center-

Hoy los sistemas computadorizados «fly-by-wire» son algo usual -y fundamental- en la Aviación Militar y figuran en algunos aviones civiles de los cuales el A320 (1987) fue el pionero, pero su historia se remonta muchos años atrás en el tiempo. La primera aplicación práctica en un avión construido en serie le correspondió al Grumman F-14 (1970), pero fue el F-16 el que sacó un magnífico rendimiento al «fly-by-wire» merced a un sistema analógico (1974), un par de años después de que la NASA iniciara la experimentación de un sistema digital a bordo de un F-8 Crusader.

Un segundo ejemplo, similar al F-117 en cuanto a secreto pero donde la Matemática Aplicada fue considerablemente más lejos y estableció nuevos estándares en el diseño y fabricación de aeronaves, es el bombardero Northrop Grumman B-2. Heredero de los XB-35 e YB-49 de los años 50, el B-2 tuvo su origen


Máquina de control numérico usada por Boeing en la producción de pisos para sus aviones. El empleo de ese tipo de maquinaria de precisión es tradicional en la fabricación aeronáutica. -Boeing-


Un puesto de trabajo del sistema CAD Catia (Dassault Systèmes) en pleno análisis de una instalación del Boeing 777. -Boeing-

en trabajos iniciados en 1978 y fue lanzado en octubre de 1981 por la Administración Reagan. Northrop adquirió por un precio superior a los 1.000 millones de dólares y montó en sus instalaciones de Pico Rivera (California) un ordenador CAD/CAM de características excepcionales. Con su ayuda la configuración exterior del B-2 y el posicionamiento de sus elementos interiores se fueron almacenando en una base de datos tridimensional, junto con la información necesaria para la correcta operación de las maquinarias de control numérico, los robots de fabricación y el montaje de subconjuntos y elementos en los útiles. De esa manera se eliminó la necesidad de útiles de prototipo y desde el primer avión se construyó en condiciones de serie. Tal fue la precisión dimensional conseguida que la envergadura real del prototipo B-2 (52,43 m. nominales) estuvo en la tolerancia preestablecida de ±0,25 pulgadas (±6,35 mm.).

Además esa base de datos estaba conectada con los subcontratistas principales, Boeing Military Airplanes (Wichita, Kansas) y LTV Aerospace (Grand Prairie, Texas), con los restantes subcontratistas que por el nivel de su participación necesitaban de ella y con la propia USAF. El uso de ese sistema redujo la programación de control numérico de producción en aproximadamente un 40% en tiempo y se obtuvo una precisión del 97% en la siempre conflictiva ubicación de cableados, conducciones y sistemas mecánicos. La información almacenada en el ordenador sirvió también para confeccionar los diversos manuales técnicos del avión. XB-35 e YB-49 adolecieron de problemas de estabilidad. Un sistema cuádruple redundante «fly-by-wire» hizo desaparecer toda posibilidad de que tal cosa se repitiera en el B-2.

En la actualidad el uso de las herramientas matemáticas combinadas con los poderosos ordenadores desarrollados en las dos últimas décadas es norma en las actividades de diseño y producción de aeronaves. Los sistemas CAD han evolucionado desde el estado de herramienta de dibujo para la elaboración de planos con gran rapidez y precisión, típico de los primeros años 80, hasta convertirse en una herramienta de gran eficiencia en otras labores. Los sistemas CAD actuales trabajan en tres dimensiones y están en condiciones de abordar cualquier tarea de diseño, desde la generación de superficies y sólidos con cálculos de áreas, volúmenes, momentos de inercia, centros de gravedad y demás parámetros afines, hasta la confección de complejos modelos donde se pueden estudiar accesibilidades para mantenimiento, interferencias entre elementos y optimizaciones en ubicación de instalaciones, pasando por análisis cinemáticos de todo tipo.

La integración del CAD con sistemas PDM (Product Data Management) y otros paquetes de software específicos, permite controlar las documentaciones de diseño y producción, la actualización inmediata de la información a todos los niveles tras la introducción de modificaciones y puestas a punto y la disponibilidad de los datos precisos en el lugar y momento adecuados, sea a nivel de diseño, adquisición de materiales u organización de la fabricación. En otras palabras, la información de diseño de una aeronave, su geometría y su documentación, cualquiera que sea su grado de complejidad, puede ser accesible para todos los estamentos de la empresa por vía informática.

La presencia de la Matemática Aplicada en el terreno del diseño aeronáutico tiene un especial significado en el cálculo de las estructuras de las aeronaves. Las estructuras aeronáuticas son peculiares desde el momento en que deben cumplir una serie de condiciones que raras veces se presentan o no son críticas en otros campos. El caso más evidente lo constituye la necesidad de mantener el peso en los mínimos compatibles con el cumplimiento de los requisitos de resistencia exigidos por las normas de certificación y por

Un ejemplo de integración de ensayos y métodos numéricos. El reparto de presiones aquí visualizado corresponde a una maqueta a escala 1:20 del JSF Boeing X-32 probada en túnel aerodinámico a Mach 0,8 y 12º de ángulo de ataque. Se usa como dato de entrada para el análisis de los esfuerzos y deformaciones de la estructura. -Boeing-

los criterios especiales impuestos al diseño.

Es pues necesario disponer de herramientas de cálculo de alta precisión que permitan predecir a nivel de esfuerzos y deformaciones el comportamiento de la estructura bajo los múltiples casos de carga que deben serle aplicados. De entre los métodos numéricos disponibles, posiblemente el más empleado es el de elementos finitos.

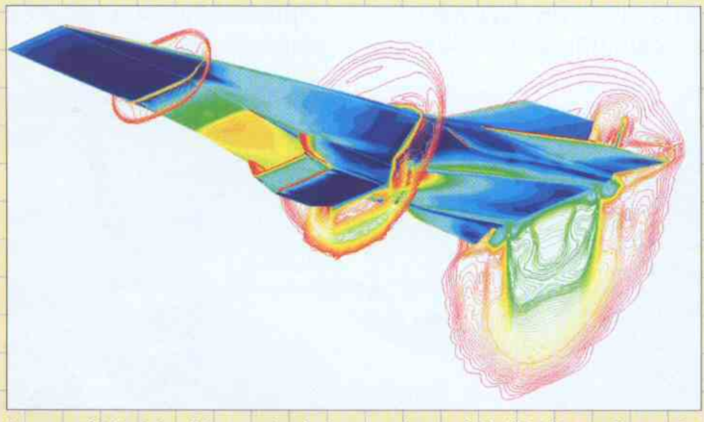


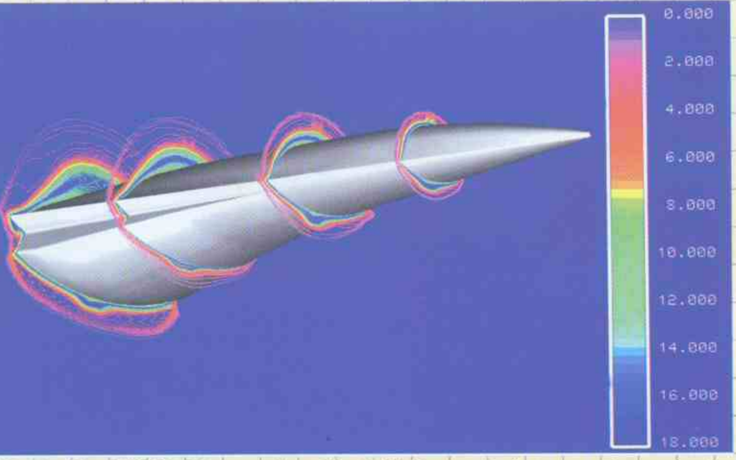
Imagen CFD del avión no tripulado experimental X-43A Hyper-X que debe efectuar tres vuelos a Mach 7 y Mach 10 en un futuro próximo. Está presentado en vuelo a Mach 7 con su scramjet operativo y se representan la transferencia de calor a la superficie del vehículo (el color rojo muestra la zona más caliente) y los contornos de igual número de Mach local en corte por tres planos. -NASA Dryden Flight Research Center-

La creciente presencia en las aeronaves de materiales compuestos de matriz no metálica y matriz metálica, laminados de resinas termoestables reforzadas con diversas fibras -carbono, kevlar, fibra de vidrio, etc.-, resinas termoplásticas y materiales afines por su bajo peso y proporcionalmente elevadas prestaciones mecánicas, es posible gracias en buena parte a la existencia de esos métodos de cálculo. Se debe recordar que, a diferencia de las aleaciones clásicas usadas en aeronáutica -aleaciones ligeras de aluminio y magnesio, acero, aleaciones de titanio- caracterizadas por ser isótropas, esos nuevos materiales que en algunas aeronaves constituyen un porcentaje muy relevante del peso estructural son anisótropos y su comportamiento depende de la dirección de aplicación de los esfuerzos.

Pero además las estructuras aeronáuticas tienen problemas específicos en cuyo estudio y resolución los métodos numéricos apoyados en el empleo de los ordenadores son decisivos. Los fenómenos aeroelásticos tienen una relevancia especial y deben ser estudiados y analizados minuciosamente para evitar fallos catastróficos. Otro tanto sucede con el caso de la fatiga, de cuyos letales efectos dio en su día trágico testimonio el Comet. Es verdad que los ensayos estáticos y dinámicos a los que en todos los casos se someten las estructuras de las aeronaves suponen una garantía, pero corregir problemas aparecidos durante los ensayos es costoso en dinero y, sobre todo, en tiempo. Una estructura mal diseñada puede, por ese camino, suponer el prematuro fracaso de un proyecto.

Sin lugar a dudas el campo donde Matemática y modernos ordenadores se han unido para dar resultados espectaculares es en el de la CFD (Computational Fluid Dynamics). De las expectativas que ese trinomio presenta da muestra el hecho de que hay debates acerca de la posibilidad de que los superordenadores sustituyan a los túneles aerodinámicos en el futuro.

No parece que eso vaya a suceder en un plazo previsible, pero no es menos cierto que la CFD ha tomado una relevancia más que notoria en la concepción y estudio aerodinámico de cualquier avión actual. Incluso algunas empresas de software han puesto en el mercado y en condiciones bastante asequibles, aplicaciones de CFD para distintos niveles de usuario. La CFD es una herramienta cuyas aplicaciones aeronáuticas van hoy desde el análisis de alas hasta al diseño de turbomáquinas y cámaras de combustión.



Simulación CAD/CFD en vuelo a Mach 19 de uno de los conceptos evaluados durante 1988 en el proceso iterativo que condujo a la forma definitiva del X-30. La escala de colores de la derecha muestra el valor de las temperaturas en derredor de la aeronave como múltiplo de la temperatura ambiente del aire en la zona de vuelo. El azul brillante corresponde a la zona más caliente (temperatura 18 veces superior a la del entorno). -NASA Langley Research Center-

Un ejemplo de lo que ofrece lo constituye el cancelado X-30, para cuya definición la NASA desarrolló a partir de 1984 un Numerical Aerodynamic Simulator (NAS) que, mediante el uso de ordenadores Cray, permitió integrar CFD y CAD para, con iteraciones sucesivas, definir la forma óptima de ese avión experimental que debería haber alcanzado Mach 25 y que fue cancelado prematuramente en mayo de 1993 .

Previsiblemente es la CFD el capítulo donde cabe esperar el mayor desarrollo de nuevos métodos de análisis en el futuro cercano, en particular en lo que concierne a las corrientes no estacionarias. No hay margen para la duda, sin embargo, en cuanto al papel de la Matemática Aplicada en el mundo de la creación y producción de aeronaves: ha sido, es y será el fundamento de su progreso. ■

El concepto AMA (Advanced Mobility Aircraft) Super Freighter de Lockheed Martin, un proyecto para un futuro donde las Matemáticas Aplicadas continuarán siendo la base del progreso aeronáutico. -Lockheed Martin-

La matemática aplicada al mantenimiento de aviones

MARTIN CUESTA ALVAREZ
Ingeniero Aeronáutico

El mantenimiento de aviones puede definirse como el conjunto de actividades cuya finalidad u objetivo es su conservación en condiciones de eficiencia funcional, que permitan alcanzar el más alto grado de fiabilidad.

Vemos que en esta definición está involucrada la fiabilidad, y para que el mantenimiento se realice dentro de un tiempo determinado, es menester conocer la mayor o menor complejidad del avión, que define su mantenibilidad.

Ambos conceptos asociados al de mantenimiento -la fiabilidad y la mantenibilidad- pueden ser determinados haciendo uso de la matemática aplicada, convencional y moderna.

FIABILIDAD

Es la probabilidad de que el avión, como unidad global, conjuntos, componentes o elementos -según su categoría funcional-, funcionen adecuadamente durante un periodo de tiempo determinado, bajo unas condiciones operativas específicas.

Escribía Laplace el año 1812 el trabajo titulado "Teoría analítica de las probabilidades" y en 1814 "Ensayo filosófico sobre probabilidades"; en este último libro decía: *es notable que una ciencia que comenzara por la consideración de los juegos de azar, se haya elevado a la altura de los más importantes conocimientos humanos.* Gauss, parcialmente contemporáneo de Laplace, ya había calificado la teoría de las probabilidades como la reina de las ciencias matemáticas.

El cálculo de la fiabilidad cuando se alcanza un tiempo de funcionamiento t, que representamos por ψ (t), puede determinarse por procedimiento estadístico o por procedimiento probalístico; el primero cuando el número de datos de que se dispone es pequeño, como puede ser el caso del número de



El mantenimiento mayor o revisión de los aviones militares, puede decidirse la forma de actuación mediante diagramas de decisión como el que se indica en este trabajo.

aviones militares integrados en un escuadrón, o el número de aviones de igual tipo que constituyen la flota en una compañía de transporte aéreo; el cálculo de la fiabilidad por procedimiento probalístico exige disponer de gran número de datos que pueden ser proporcionados por acuerdo entre operadores de aviones de igual tipo del que se analiza.

En el caso de un número limitado de datos, la matemática a utilizar es la correspondiente a la teoría de variables discretas, denominada de pequeñas muestras, consideradas así cuando el número de datos es, aproximadamente, igual o inferior a 30.

En este caso la fiabilidad $\psi(t)$ viene determinada por el cociente del número de componentes que sobreviven en el instante t, y el número de los que comenzaron a funcionar.

Asociados a esta fiabilidad pueden determinarse: la densidad media de fallos a(t), como relación del número de componentes (o conjuntos, o elementos) que fallan por unidad de tiempo (por hora de vuelo, normalmente) y el número de componentes que comenzaron a operar; la tasa media de fallos λ_m (t) como la relación entre el número de componentes que fallan por hora de vuelo en un intervalo de tiempo y el número de los que funcionan satisfactoriamente al final del intervalo; el tiempo medio entre fallos, θ, que es el valor medio del número de componentes que han fallado en un intervalo de tiempo y el número de los que se analizan.

Los valores de centralización del número de fallos, principalmente la media $\bar{X}$ y la moda (los que más se repiten), y los valores de dispersión, esto es cuanto se separan respecto de la media, se analizan la desviación media muestral, y principalmente la desviación típica muestral (S), utilizando matemática convencional.

Las dos distribuciones muestrales para pasar de los resultados de la media y la desviación típica muestrales, a los valores que se esperan de la población (matemáticamente hablando), son:

TIPOS DE FALLOS EN LOS AVIONES, SEGUN LAS DISTRIBUCIONES MATEMATICAS PROBABILISTICAS MAS CARACTERISTICAS

Distribución de fallos	Parámetros	Tasa de fallos λ (t)			Periodo			Tipo de componente			
		Decreciente	Constante	Creciente	Infantil	Vida útil	Desgaste	Mecánicos	Electro-mecánicos	Eléctricos	Electrónicos
Exponencial	λ = cte.		•			Δ				❑	❑
Normal	μ y σ o cualesquiera			•			Δ	❑	❑		
Gamma	$\alpha < 0$	•			Δ			❑			
	$\alpha = 0$		•			Δ				❑	❑
	$\alpha > 0$			•			Δ	❑	❑		
Weibull	$\beta < 1$	•			Δ			❑			
	$\beta = 1$		•			Δ				❑	❑
	$\beta > 1$			•			Δ	❑	❑		

DIAGRAMA DE DECISION PARA TIPO DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO



Para hallar los valores mínimo y máximo de la media (μ_{min} y μ_{max}), la función "t" de Student, pseudónimo utilizado por el matemático inglés Gosset, que la formuló en los primeros años del siglo XX.

Para hallar los valores mínimo y máximo de la desviación típica (σ_{min} y σ_{max}), la función "Chi cuadrado") (X^2), formulada el año 1900 por Karl Pearson.

En los estudios de fiabilidad con variables discretas, la ley más elemental de probabilidad de fallo, es la binomial, que formula la probabilidad de que ocurra fallo, o funcionamiento satisfactorio, en las x primeras observaciones de las n que se hagan, siendo p la probabilidad de que ocurra y q la de que no ocurra, esto es, $p + q = 1$. Fue el matemático francés Fermat, quien formuló en 1636 la expresión del número combinatorio de estas probabilidades independiente del orden en que ocurra el suceso (satisfactorio o no satisfactorio), y el también francés



El mantenimiento mayor de los componentes principales de conjuntos complejos, como el rotor de turbina de un turborreactor, en la fotografía, requieren estudios matemáticos específicos que se describen en el texto de este trabajo.

Pascal hacia 1650 quien formulara dicha distribución, que Isaac Newton la generalizó en 1676 con la fórmula del binomio que lleva su nombre; fórmula de especial raigambre matemática y amplia utilización.

Con variables discretas también tiene especial importancia la función de distribución de Poisson, formulada por éste en 1837, como caso particular de la binomial, cuando la probabilidad de que ocurra fallo es muy pequeña y el tiempo de funcionamiento es muy grande; caso muy normal en el modo aeronáutico. La propiedad fundamental de esta distribución es que la suma de las probabilidades de que ocurran cero fallos, o n fallos (el total), es la unidad, y así cada uno de los sumandos de la expresión de esta distribución, representa la probabilidad de cero fallos, 1 fallo, 2 fallos,... n fallos.

La distribución de Poisson es muy utilizada en el mantenimiento aeronáutico.

Cuando se dispone de considerable número de datos, interesa hacer uso de funciones probalísticas de variable contínua (el tiempo de vuelo), pues proporcionan la probabilidad de que ocurra fallo cuando se alcanza un tiempo de funcionamiento t o valores inferiores a este, lo que se consigue considerando en las expresiones estadísticas, antes descritas, que el intervalo de tiempo es muy pequeño (matemáticamente hablando, que tiende a cero) y así quedan determinadas la fiabilidad $\psi(t)$, la función de densidad de fallos $\varphi(t)$, que sustituye a a(t), y la tasa de fallo $\lambda(t)$ que sustituye a $\lambda_m(t)$; el tiempo medio entre fallos, probalístico, se determina integrando la función de fiabilidad probalística entre cero y el tiempo t que se considere.

Obviamente, en todos los casos, ya sea con variables discretas o con variables continuas, la suma de la fiabilidad $\psi(t)$ y de la infiabilidad $\phi(t)$, siempre será la unidad, pues el estado del componente que se analiza podrá ser de funcionamiento satisfactorio o de fallo, esto es del 100%.

Las funciones de densidad de fallo (probabilidad de que ocurra el fallo al alcanzar un tiempo de funcionamiento t) y sus correspon-



Foto:César Jiménez

A los aviones militares de transporte, como el de la fotografía, se les hace el mantenimiento con una filosofía similar a la de los aviones civiles.

IDENTIFICACION DE LOS PARAMETROS θ_i CON LA TERMINOLOGIA ANGLOSAJONA STANDARIZADA

Básico	θ_0.– Vida media, sin mantenimiento preventivo	
Principales	θ_1.– Tiempo medio entre fallos Mean Time Between Failure	MTBF
	θ_2.– Tiempo entre revisones Time Between Overhaul	TBO
	θ_3.– Tiempo medio entre revisiones Mean Time Between Overhaul	MTBO
Derivados	θ_4.– Tiempo medio entre desmontajes (de todo tipo) Mean Time Between Removal	MTBR
	θ_5.– Tiempo medio entre desmontajes programados Mean Time Between Scheduled Removal	MTBSR
	θ_6.– Tiempo medio entre desmontajes no progr. Mean Time Between Unscheduled Removal	MTBUR
Independientes	θ_7.– Tiempo desde la última revisión Time Since Overhaul	TSO
	θ_8.– Tiempo entre medio de unidades falladas Mean Time Total failure	MTTF
	θ_9.– Tiempo medio de unidades desmontadas Mean Time Total Removal	MTTR

dientes funciones de distribución (probabilidad de que ocurra entre cero y t), más utilizadas son: la función Gamma, formulada por Euler hacia 1750, idónea para el análisis de fallos que ocurran en el periodo inicial de funcionamiento (fallos "infantiles"); la función Normal de Gauss-Laplace idónea para análisis de fallos por desgaste, formulada los primeros años del siglo XIX; y dando un salto en el tiempo, hacia ahora, la función de Weibull formulada por éste en 1951.

La función de Weibull es de una gran utilidad, pues llevados los valores de la fiabilidad de una muestra de n componentes, cada uno de los cuales falla a un determinado tiempo t, a un papel probalístico propuesto por K. Kao en 1960, los puntos resultantes han de estar alineados, o sensiblemente alineados, según una recta, cuya pendiente determina si corresponde a fallos iniciales, fallos por desgaste, o fallos accidentales aleatorios.

Nos permitimos hacer la observación de que la función Normal de Gauss-Laplace se utiliza, a veces, de forma indiscriminada, no rigurosa; para no incurrir en este error es menester asegurarse que el comportamiento de una muestra responde, su distribución de fallos a una distribución Normal; para ello es menester hacer uso de un papel probalístico escífico propuesto por Bowker y Liberman en 1959.

LA FIABILIDAD DE SISTEMAS FUNCIONALES DE UN AVION

En un avión, por su complejidad, los sistemas funcionales -hidráulico, neumático, eléctrico, mandos de vuelo, tren de aterrizaje, acondicionamiento de aire,...- presentan muy diversas configuraciones, que pueden ser:

– Sistemas serie.- El sistema falla cuando cualquiera de los componentes falla.

– Sistemas paralelo.- Hay más de un componente o bloque de componentes para realizar una misma función. La diferente forma de operar de los sistemas en paralelo da lugar a diversos tipos de redundancia:

• Redundancia activa total: el sistema funciona hasta que funciona un componente o bloque.

• Redundancia activa parcial: es necesario que funcionen, al menos, m componentes de los n iniciales.

• Redundancia secuencial: un componente o grupo de componentes permanecen en espera de entrar en funcionamiento ("standby") hasta que se produce el fallo del componente activo primario.

El estudio de la fiabilidad de sistemas en redundancia activa total, parcial, o secuencial, se hace matemáticamente a través de la función exponencial de tasa de fallo constante, cuando en cada componente por separado responden sus fallos a esta función. El problema se complica cuando los componentes en espera y el principal, son de distinta tecnología y su tasa de fallo, aisladamente uno de otros, es diferente; caso, por ejemplo, de una batería en "standby" con un generador, pues entonces aparecen integraciones de productos de funciones de densidad (probabilidad de fallo a un tiempo x), por la probabilidad esperada en el tiempo restante (t-x).

LA COMPLEJIDAD DE UN AVION EVALUADA CON LAS MATEMATICAS

A buen seguro que un avión moderno, ya militar, ya de transporte de pasajeros, puede ser considerado como la máquina más compleja concebida y realizada por el hombre.

Fue Robert Lusser, considerado el padre de la ingeniería de la fiabilidad, a principios de la década de los años 50, quien definió la fiabilidad sensitiva o inherente con la que sale de fábrica un conjunto complejo, que justificó como $\psi_A = e^{-n\phi_A}$, en donde n es el número de componentes del conjunto complejo y ϕ_A la infiabilidad media de los n componentes.

Gompertz, prácticamente a simultáneo con Lusser, definió lo que denominó fiabilidad de desarrollo en función de tiempo, $\phi_B(t)$, conseguida por mejoras que se incorporan al conjunto complejo -en nuestro caso el avión- durante la vida en servicio.

La fiabilidad conjunta, sensitiva y de desarrollo, que formuló Gompertz resultó:

$\psi_C(t) = \psi_A \cdot \psi_B(t)$, dado que son dos factores independientes el uno del otro.

Al producto $n\phi_A$ le denominó Lusser complejidad C, y a su valor inverso simplicidad s = 1/C. Así, un conjunto complejo de 50 componentes de infiabilidad media ϕ_A = 0'001 (normal en aviación), su complejidad sería C = 0'05. Con valores de dismi-

nución anual de la infiabilidad media de desarrollo, referida al valor de ésta, del 60% y valores de 10 de la relación infiabilidad media de desarrollo al comienzo de la operación respecto de la infiabilidad media inicial, resultan, según el modelo Lusser-Gompertz, valores de la fiabilidad del conjunto complejo del 91% a los seis años de operación, que se eleva hasta el 95% a los 10 años, estabilizándose prácticamente en este valor en los años siguientes.

Al estudio de conjuntos complejos como el avión, ha dedicado especial atención el investigador aeronáutico Erich Pieruschka, sucesor directo de Lusser y Gompertz, que compendió los estudios de éstos en su extraordinaria obra "Principles of Reliability" en 1963, y que los aeronáuticos tienen como directriz en actuaciones sobre mantenimiento.

MANTENIBILIDAD

Se define como el conjunto de características y factores de diseño de un avión, que permiten que su mantenimiento sea cumplimentado por personal de cualificación normal dentro de una gama de tiempos límites, cuyo valor medio corresponde a los tiempos invertidos en las operaciones de mantenimiento consideradas como prácticas standard.

Esta definición puede formularse considerando como la probabilidad de que pueda cumplimentarse el mantenimiento dentro de un tiempo máximo permisible t, proporcionando la llamada ecuación de Mantenibilidad, M (t), para un valor medio de tiempo τ invertido en las operaciones de mantenimiento, al que corresponde una tasa de operaciones de mantenimiento $\mu = 1/\tau$ resultando $M(t) = 1 - e^{-\mu t}$. La probabilidad de no poder cumplimentar el mantenimiento será pues $N(t) = 1 - M(t)$.

Así como la fiabilidad es tanto mayor cuanto más pequeña es la tasa de fallos λ,la mantenibilidad es tanto mayor cuanto lo es la tasa de operaciones de mantenimiento μ. Un valor muy interesante es aquel que proporciona el procentaje de unidades que habiendo fallado en un tiempo T, puedan ser puestas de nuevo en servicio por mantenimiento en un tiempo t, se denomina incremento de mantenbilidad y se representa por M (T,t). Al tratarse de la probabilidad combinada de dos sucesos independientes resulta: $M(T,t) = \phi(T) . M(t)$. Es de gran importancia en el mantenimiento de aviones.

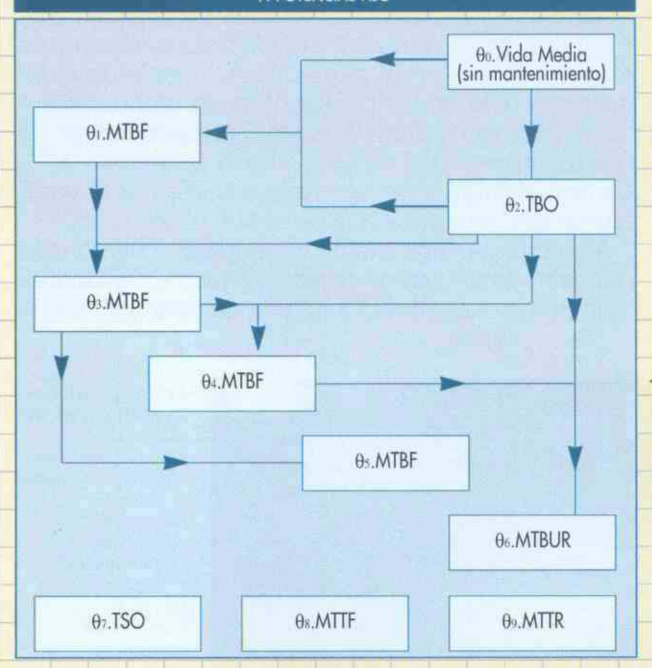


En las revisiones de mantenimiento mayor de los grandes aviones comerciales como el de la fotografía, además de inspecciones estructurales se hacen los cambios de conjuntos rotables cuyo potencial coincida con las horas de revisión.

DISPONIBILIDAD DE AVION Y DISPONIBILIDAD PARA MISION

Se define la disponibilidad de avión (D_A) como el grado de probabilidad de que pueda encontrar-

DIAGRAMA DE RECORRIDO PARA CALCULO DE LOS PARAMETROS DE EVALUACION DEL MANTENIMIENTO PREVENTIVO DE COMPONENTES QUE SE REVISAN A POTENCIAL FIJO



se disponible para su uso, cuando habiendo alcanzado un tiempo de vuelo T se hubiera restituido por mantenimiento de acuerdo con su mantenibilidad en un tiempo igual o menor que el máximo fijado para su mantenimiento. Su formulación resulta:

$D_A = 1 - \phi (T) . N (t)$

Puede definirse la disponibilidad para misión (D_m) como la probabilidad de que sea cualesfuere el número de fallos que pudieran ocurrir a un avión en un vuelo de duración T, todos aquellos fallos puedan repararse en un tiempo igual o menor que el máximo t fijado para su restauración por mantenimiento. Su formulación resulta: $D_m = \psi (T)^{N(t)}$. Obviamente, la disponibilidad para misión es menor que la disponibilidad de avión pues en este último caso es menester resolver todas las averías sea cualesfuere el número de fallos.

EL MANTENIMIENTO DE AVIONES: FORMAS DE ACTUACION

La definición de Mantenimiento de Aviones, tal y como la hemos expuesto en nuestra introducción, necesita de una puntualización importante para incorporarla al tratamiento matemático; es que su objetivo cuantificable sea alcanzar una tasa de fallos constante, esto es, que los fallos que puedan ocurrir sean de carácter aleatorio, por causas imposibles de predecir.

En aviación predomina el mantenimiento preventivo sobre el correctivo, pues el mantenimiento correctivo permite que los componentes puedan ser operados hasta el fallo, lo que puede implicar que su fallo afecte a la seguridad, circunstancia ésta no aceptable en el avión.

El mantenimiento preventivo tiene como objetivo principal impedir la aparición de fallos o mal funcionamiento, mediante métodos de prevención, entre los que destaca el cambio de componentes para ser sometidos a revisión antes de entrar en la zona de fallos por desgaste o envejecimiento.

El mantenimiento preventivo puede tomar tres formas claramente diferenciadas:

- Mantenimiento por revisión de componentes a "potencial fijo": los intervalos de tiempo entre revisiones son iguales para reemplazar el componente por otro nuevo o revisado cuando se alcanza una vida en servicio límite en favor de la fiabilidad.
- Mantenimiento según condición: los componentes se inspeccionan periódicamente y se les hace revisión cuando exceden los límites permisibles de degradación especificada: OC.
- Mantenimiento por control de actuaciones: para los componentes de esta categoría es menester coleccionar y analizar una amplia información obtenida de todos los componentes en operación, para valorar si pueden continuar en vuelo o es menester su desmontaje. Este tipo de control es muy apropiado en componentes de tecnología aviónica (electricidad/electrónica).

En la figura (cuadro) que se adjunta, se muestra un diagrama de decisión para cual es el tipo de mantenimiento preventivo a realizar.

PARAMETROS PARA EVALUACION DEL MANTENIMIENTO PREVENTIVO DE COMPONENTES QUE SE REVISAN A POTENCIAL FIJO

Son los nueve que enumeramos en cuadro adjunto. La determinación de los seis primeros ha de hacerse de acuerdo con la secuencia de cálculo que también adjuntamos, en tanto el último grupo (θ_7, θ_8, θ_9) es independiente de los seis parámetros precedentes, pues corresponden al seguimiento de un determinado componente en particular.

El de mayor complejidad matemática para su cálculo es θ_1 (MTBF), pues en su determinación intervienen gran número de parámetros que definen las distribuciones de fallo a las que pertenece el componente.

El valor de θ_2 (TBO) lo fija el operador en consonancia con la fiabilidad que se desea tener al alcanzar un tiempo de funcionamiento θ_2.

El resto de los parámetros no ofrece su cálculo gran dificultad pues su determinación se hace con funciones exponenciales de la matemática convencional.

TIEMPO FRONTERA REPARACION/REVISION

En el mantenimiento de aviones juega papel importante la economía, obviamente después de la seguridad, y esto lleva a los gestores del mantenimiento a definir modelos matemáticos en los que


Foto: Inmaculada López

La disponibilidad para misión de un avión militar puede analizarse mediante los procesos matemáticos de las Cadenas de Markov.

están interrelacionados lo que cuesta una reparación (C_1), lo que cuesta una revisión (C_2), y lo que cuesta una reparación con revisión (C_3) del componente que se analiza.

Estos modelos son difíciles de formular, si bien tiene una extraordinaria importancia su consideración; el problema consiste en la determinación del tiempo x a partir del cual los componentes que entran en el taller para reparar, es más económico hacerles también revisión, que de no haber fallado se hubiera hecho a un tiempo θ_2 (TBO).

En la definición de este tipo de modelos entra en juego, como decimos, matemática compleja, pues el componente puede responder a fallos según la distribución Normal, Gamma, o Weibull, lo que asociado al proceso matemático lo presenta difícil, si bien queda compensado por su extraordinaria utilidad.

ANALISIS DE SISTEMAS DE MANTENIMIENTO MEDIANTE CADENAS DE MARKOV

Como es sabido, A. A. Markov (1856-1952) fue un destacado investigador de las teorías de las probabilidades de la Escuela de San Petersburgo, considerada en todo el mundo como el punto de partida contemporáneo de aplicación a problemas de disponibilidad de equipo, en nuestro caso el avión.

Las variables de los modelos probabilísticos que se pueden formular, varían en nuestro caso de operación y mantenimiento de aviones, en función del tiempo, considerado como contínuo y los estados del equipo que se analiza -el avión o sus conjuntos principales- puede encontrarse en estados discretos, que pueden ser satisfactorios (no hay fallo, o puede hacerse el mantenimiento), o no satisfactorios (hay fallo, y no puede hacerse el mantenimiento).

Los procesos en las cadenas de Markov se consideran estacionarios: tasa de fallos λ constante, y tasa de operaciones de mantenimiento μ constante.

Cada estado depende solamente del estado precedente, esto es, de su historia inmediata.

En el planteamiento de los procesos de Markov aparecen matrices de transición función de λ y μ , y las ecuaciones diferenciales que hubieran resultado en función de λ, μ, y el tiempo t, se simplifican de forma significativa, pasando a ser simples ecuaciones algebráicas, que proporcionan la disponibilidad a largo plazo del equipo (avión, conjunto, componente).

La aplicación de cadenas de Markov al mantenimiento de aviones, es idónea cuando el tiempo de operación T (de vuelo) es mucho mayor que el de mantenimiento t, como puede ocurrir en las operaciones de mantenimiento en línea. En estos casos el tiempo t debe considerarse incluido en el T; el gestor técnico del mantenimiento deberá decidir cuando puede hacerse esta inclusión.

APOYO LOGISTICO DE REPUESTOS

En los métodos matemáticos para la determinación de los repuestos necesarios para asegurar la operación del avión, pueden considerarse, al menos, tres casos:

a) Número de conjuntos rotables (de potencial fijo) de repuesto para cubrir las necesidades impuestas por el tiempo de indisponibilidad, durante el cual otros conjuntos están en el circuito de revisión en el taller. Los modelos matemáticos que determinan este número tienen un proceso complicado, aun cuando al final sean de una gran sencillez de aplicación.

La variable más importante es el tiempo que se tarda en hacer la revisión. En estos modelos aparece un parámetro denominado "riesgo de escasez" (R), definido como el número de veces que siendo necesario un conjunto, no haya ninguno de repuesto en el almacén. El "riesgo de escasez" lo fija el operador -normalmente entre 1/5 y 1/15-; obviamente serán necesarios más conjuntos de repuesto cuanto menor sea R; es una cuestión técnico-económica.

b) Número de conjuntos rotables en las estaciones de línea.

El cálculo de este número es necesario porque los conjuntos rotables se revisan y reparan, normalmente, en la base principal de mantenimiento, y el fallo de un conjunto en una ruta puede interrumpir la misión del vuelo.



En las inspecciones de los grandes aviones comerciales, los especialistas de mantenimiento hacen uso, actualmente, de ordenadores personales portátiles en los que se especifican los datos consignados en los manuales de mantenimiento. Son utilizados, principalmente, en las inspecciones de instrumentos de tecnología electrónica. En la fotografía un especialista con uno de estos pequeños ordenadores (PMA. Portable Maintenance Aid).

Los modelos matemáticos (técnico-económicos) son muy rigurosos, pues un rotable en una estación de línea, en espera de ser utilizado, es un capital inmovilizado.

Su determinación es complicada, pues entran en juego funciones complejas como la de Erlang, clásica en la teoría de colas. La gestión de mantenimiento hace imperativo la utilización de estos modelos.

c) Repuestos de elementos consumibles.

Los elementos consumibles son lógicamente de mucha mayor cuantía numérica y de mucha menor complejidad y precio unitario que los rotables, sobre los que están montados, pero no por ello la determinación de los repuestos debe dejarse a criterios no técnicos o económicos.

La determinación de su cantidad se hace, normalmente, para atender las necesidades en largos periodos de tiempo, por ejemplo 5 años. La función de distribución de Poisson, o la de Gauss-Laplace utilizadas para el cálculo, producen practicamente los mismos resultados.

FINAL

Como dijera Leonardo da Vinci: "los que se enamoran de la práctica sin la teoría son como los pilotos sin timón ni brújula, que nunca podrán saber adónde van".

La teoría necesita de una base matemática cuyo nivel de conocimientos depende del grado de especialización exigido para realizar el trabajo.

Nos permitimos dejar plasmado aquí, que el personal de mantenimiento de un avión moderno -militar o civil-, necesita de una base matemática, que para la mano de obra directa ha de ser, como mínimo, la correspondiente a los cursos medios del bachillerato; para los mandos intermedios el nivel de bachillerato completo; y para los gestores del mantenimiento -normalmente titulados superiores- una formación específica adquirida en cursos de postgrado, que permitan a estos profesionales formular modelos matemáticos a aplicar en la planificación -qué es lo que hay que hacer-, y en la programación -cuándo hay que hacerlo-. ■

Las matemáticas en la vida de un piloto militar

LUIS MIGUEL LLANOS MORAN
Teniente Coronel de Aviación

Al igual que muchos, al cumplir los trece años tuve que enfrentarme a una de las decisiones más importantes de mi vida, ¿bachillerato de ciencias o de letras?, afortunadamente me decidí por el de ciencias, lo que posteriormente me serviría para ser piloto militar. Todavía están vivas en mi memoria las asignaturas estudiadas para ingresar: análisis matemático, geometría analítica, trigonometría, cálculo, etc. , entonces me preguntaba si tantas matemáticas me iban a servir para algo.

Ahora, una vez transcurridos 25 años y colaborando con este dossier, con el que la Revista Aeronáutica ha querido celebrar el año mundial de las matemáticas, he encontrado la respuesta a aquella pregunta. Puesto a calcular el número de veces que, a lo largo de mi vida profesional, las matemáticas habían entrado en contacto conmigo (que no al revés) y al igual que os pasaría a cualquiera de los que ahora estáis leyendo este artículo, pude observar que habían sido muchas más de las que yo creía. Tras desechar las que no tenían que ver con las operaciones aéreas (como aquellas veces que entrábamos de inspectores de cocina y había que cuadrar las cuentas), hice una pequeña pero importante lista y casi sin darme cuenta tenía escrito un artículo en el que, partiendo de las etapas de formación de un piloto militar, llegaba, tras la preparación de unas operaciones aéreas, a la conducción de la Batalla.

El título del artículo es el de “las matemáticas en la vida de un piloto militar”, pero es extensible a todos los profesionales que formamos parte del Ejército del Aire ya que muchos seguramente habrán hecho más y mejor uso de esta herramienta de trabajo.

LAS ESCUELAS

Superado el examen de ingreso, los años de Academia fueron unos años de formación tanto



humana como científica, las asignaturas como Electrónica, Motores, Física Nuclear, etc. se alternaban con otras como, Sociología, Historia del Arte, Filosofía, etc. Las famosas tablas de logaritmos dejaron paso al calculador MB2A, una especie de regla de cálculo que servía para conocer, vientos, derivas, velocidades... Más tarde, en los cursos de navegación y transporte que se efectuaban en Salamanca, aprendimos a interceptar radiales, a calcular distancias a la estación... y, posteriormente, a utilizar la trigonometría esférica para poder navegar sin ningún tipo de ayuda radioeléctrica. Este tipo de navegación, denominado navegación astronómica y que ha sido, hasta hace poco, el sistema más preciso de navegación, nos enseñaba como, con un sextante y un astro, se podía no solo navegar sino hasta calibrar los diferentes instrumentos del avión. En Salamanca también aprendimos a resolver los problemas de distribución y centrado de cargas en los aviones de transporte.

Posteriormente, sería en la Escuela de Caza y Ataque donde pasaríamos gran parte de nuestras horas efectuando cálculos. Allí, aprendimos a manejar las tablas del avión para calcular las velocidades, las alturas y los regímenes de motor con los que obtener los máximos alcances o las máximas permanencias. En las tablas se introducían variables que incluían los factores climatológicos, vientos, temperaturas, presión atmosférica, etc., y los factores estructurales del avión. Después, llenábamos las cartas de navegación con los datos obtenidos y, posteriormente, durante la misión, teníamos la oportunidad de ver como todos esos cálculos realizados sobre la mesa coincidían con los desarrollados durante el vuelo.

La campaña de tiro era una de las épocas más esperadas. Las teorías de bombardero eran estudiadas profundamente y cuando llegaban las prácticas todos los alumnos ansiábamos conseguir los mejores resultados. El problema era conseguirlos. A la dificultad de llevar las velocidades y alturas en tráfico, de mantener todos los aviones a la vista, de utilizar la radio, de escuchar las correcciones del profesor y de prestarle atención, se sumaba la de conseguir colocar el avión en un punto exacto, con la velocidad y ángulo de picado idóneos. Pero, una vez que lo conseguíamos, el viento y otros imponderables hacían su aparición y así, durante los escasos segundos que se tenían para efectuar la puntería, las operaciones matemáticas se sucedían rápidamente en la mente del piloto... como llevo más ángulo tengo que disparar antes, pero como tengo menos velocidad tengo que disparar después, pero como estoy un poco alto se me va a ir corta y encima el viento que es de 15 nudos y viene de las tres, me está echando fuera así que tendré que colocar la "piper" entre el círculo central y el segundo..., en fin, correcciones, sumas, restas, cálculos y mucha suerte.

EL CEREBRO DEL PILOTO

Pero, ¿todo ese entrenamiento matemático recibido servía de verdad?. Esta pregunta me la hice un día cuando siendo profesor pude comprobar que las situaciones de estrés bloquean y llegan a anular esa parte del cerebro que se dedica al cálculo matemático. Todo sucedió en una de esas tardes que los pilotos llamamos de "sol y moscas", mi alumno, en plena clase de instrumentos y totalmente concentrado, se encontraba realizando una "S vertical", no tenía nada que corregir, todo iba desarrollándose de forma idónea, descendíamos a 200 nudos, el ajuste de los gases había sido perfecto, la inclinación era de 30 grados, el régimen de descenso de 1.000 pies por minuto y, justo al llegar a la altura, alcanzábamos el rumbo solicitado, entonces, el alumno, metió motor con suma suavidad, cambió el alabeo con habilidad y lentamente tiró de la palanca hasta conseguir los mil pies por minuto, esta vez en ascenso, entonces, se me ocurrió entonces preguntarle, ¿19 por 17?, algo que al principio no entendió, que luego se negó a contestar, pero que finalmente, al ver que la cosa iba en serio se puso a resolver.

Lo que vino a continuación es fácil de imaginar, fue la demostración palpable de que alguien no puede andar y mascar chicle al mismo tiempo. Todo aquel paraíso de perfección creado por el alumno desapareció en un instante y, al ser los resultados idénticos a cuando se vuela en medio de un cumulonimbo, tuvimos que dejar las matemáticas para mejor ocasión. Quizás alguien pueda pensar que el alumno pidió cambio de profesor, pero no, en todos los vuelos de instrumentos y cuando las cosas iban bien, dábamos una vuelta de tuerca y dedicábamos unos minutos a efectuar "cálculo matemático" en pleno vuelo.

De los experimentos efectuados con mis alumnos se debieron enterar en el CIMA, ya que durante el "entrenamiento fisiológico", una de las pruebas consistía en quitarse la máscara de oxígeno dentro de la cámara hipobárica y a una altura determinada intentar resolver unos sencillos problemas, la falta de oxígeno en el cerebro actuaba como el profesor y nunca se podían finalizar los cálculos.

POR FIN, LAS UNIDADES

Una vez que dejamos las escuelas y fuimos destinados a las unidades comprobamos que las matemáticas seguían siendo, si cabe, más útiles. Enseguida empezamos a trabajar con la geometría de las interceptaciones. El problema consistía en "acometer una traza" que al seguir una ruta determinada representase un peligro. Independientemente del tipo de interceptación utilizado, había que finalizar la misma a una distancia en la que el "target" estuviese dentro del dominio de tiro de

nuestras armas. Las dificultades empezaban cuando las interceptaciones se realizaban sin "blocar" el blanco, impidiendo que los calculadores del sistema pudiesen dar las instrucciones necesarias al piloto, la mente de éste se convertía entonces en un calculador que recibía los datos de la pantalla radar y de los instrumentos del avión, había que estar ágil para evitar cruzarse por delante o, por el contrario, quedarse a una distancia excesiva donde nuestras armas no fuesen letales.

Una vez finalizada la interceptación había que efectuar el disparo. Para ello conocíamos perfectamente el armamento que equipaba a nuestro avión. Empezábamos con lo más simple, el cañón, y lo sencillo que parecía al principio colocar la "piper" del visor por delante del blanco, esperar y apretar el gatillo, resulta que al efectuar la aproximación y cuando estábamos a punto de llegar a la distancia de disparo todo se complicaba, la piper comenzaba a retrasarse respecto al blanco, el número de "ges" tenía que aumentar y generalmente se producía un "overshoot". Pero allí estaban los manuales para recordarnos los diferentes errores que afectaban a nuestras armas. En lo relativo al tiro con cañón, observábamos como la fuerza de la gravedad se juntaba a la resistencia de la atmósfera para conseguir que el proyectil fuese cayendo a medida que se alejaba del cañón. La velocidad de salida del proyectil, su peso, la altura o la distancia respecto al blanco, eran las variables de un problema al que había que añadir la posición relativa entre los aviones. Con los misiles sucedía algo parecido y lo peor era que el avión enemigo solía estar pilotado por alguien que quería sobrevivir y que si se veía atacado se revolvía buscando el enfrentamiento, de esta forma pasábamos a la misión que más nos gustaba realizar, la de combate.



Las misiones contra otros aviones se preparaban meticulosamente. Lo primero que hacíamos era comparar las ecuaciones de energía de los contendientes. De las tablas obteníamos las características de viraje de los aviones y de nuevo aparecían las matemáticas para poder calcular: bien los radios de viraje del avión, que dependían de la velocidad, del ángulo de alabeo y de la gravedad, bien los regímenes de viraje o velocidad angular que dependían de los mismos factores o, bien el número de "ges" o "factor de carga" resultado de dividir la sustentación por el peso. De ahí pasábamos a estudiar los diferentes tipos de virajes, así, era distinto un régimen de viraje sostenido, en el que no se perdían ni velocidad ni altura, a uno máximo instantáneo o viraje de máximas características, en el que el avión sí que perdía energía, o en forma de velocidad, o en forma de altura, pero, en cambio, ganaba ángulo de cruce. Llegábamos así al concepto de "velocidad de esquina", que era aquella en la que podíamos obtener el máximo régimen de viraje con el mínimo radio lo que nos ayudaba a comprender como un atacante con una velocidad de esquina menor que un atacado podría continuar con su "tracking" indefinidamente al mantenerse siempre por dentro del viraje.

En fin, se intentaba que todos estos conceptos, extraídos de las ecuaciones y tablas de energía, estuviesen en la mente del piloto, ya que sacar pro-

vecho de los mismos supondría una ventaja sobre el oponente.

Pero el de armamento no era el único sistema que existía en el avión, había otros como el de Guerra Electrónica que consistía en diversos elementos de autoprotección, perturbadores y dispensadores de "chaff" y bengalas que había que programar en tierra. Para calcular los programas se partía de las firmas radar e infrarroja del avión y por supuesto del conocimiento de la amenaza al que se llegaba a través de misiones especiales. Para adquirir y registrar las señales radioeléctricas de comunicaciones existentes en una zona determinada se empleaban las misiones COMINT. Los operadores tenían que efectuar, entre otros, los complicados cálculos de pérdida de potencia que dependían de las características de las antenas, de la propagación de las ondas por el espacio, de la temperatura y del ancho de banda del ruido del receptor. También determinaban la dirección de llegada de las ondas, para lo cual empleaban diversos métodos, entre ellos, el de "Goniometría Interferométrica" que utiliza las medidas de diferencia de fase de la señal al ser recibida en dos antenas diferentes, y así, mediante ecuaciones matemáticas podíamos determinar el ángulo de llegada (AOA) con el que posteriormente ubicar la estación.

También aprendimos que las matemáticas no solo servían para acometer trazas, preparar ataques y destruir objetivos, también eran útiles para salvar vidas cuando eran utilizadas por las tripulaciones SAR que trabajando con el Omega calculaban, según el tiempo transcurrido y mediante las tablas de deriva, el lugar donde buscar las tripulaciones que habían caído en el mar y cuyas vidas dependían de la rapidez de su salvamento. Casi sin darnos cuenta, habíamos ido adquiriendo una serie de conocimientos que nos capacitaban para preparar y realizar cualquier tipo de misión.

EL CONTROL DEL ESPACIO AÉREO

Que la misión fundamental del Poder Aéreo era obtener el control del espacio aéreo y que el enemigo utilizaría su Poder Aéreo para ser él, el que consiguiese dicho control, estaba en la mente de todos. También sabíamos, que sería a través de la Batalla Aérea como llegaríamos a obtener dicho control y que lo haríamos lanzando nuestro armamento contra puntos, que formando parte del potencial enemigo, hubiesen sido seleccionados previamente.

Una vez realizada la selección y ordenados los objetivos por orden de importancia, comenzaba el verdadero planeamiento de la misión. Para ello se estudiaba el objetivo, se seleccionaba el armamento y se estimaba la fuerza requerida. En el análisis del objetivo se tenían en cuenta sus características físicas y el daño que se quería causar (estructural, ocupantes, etc.). En la selección del armamento influían factores que iban desde las condiciones meteorológicas del objetivo a las defensas que se esperaba encontrar, pasando por el daño que se quería infringir al enemigo. Para la estimación de la fuerza necesaria, se partía de la existencia de un gran número de factores, que influyen en el resultado y son de difícil control.

También aprendimos que, en la dirección de la batalla se encontrarán los analistas y estrategas que decidirán la forma de empleo de los medios disponibles y qué tanto por ciento de superioridad aérea será necesario alcanzar para operar con un cierto grado de libertad, que existirán diversas líneas de acción y que, al tener que tomar decisiones con escaso margen de tiempo, la información será su herramienta más importante. De ahí la necesidad del uso de las matemáticas, concretamente de la estadística y del cálculo de probabilidades. La base de datos que se utilizará habrá sido obtenida previamente en los ejercicios, experiencias y mediante los cálculos teóricos.

RECOLECCIÓN DE DATOS E INTELIGENCIA

Como hemos dicho, la principal herramienta de los analistas y estrategas es la información, que procesada se convierte en inteligencia. Lo que se procesan son los datos y para hacernos con ellos lo primero es saber qué vamos a hacer con los mismos, lo segundo será recolectarlos y, por último, analizarlos, interpretarlos y difundirlos. Durante el conflicto del Golfo, se obtuvieron muchos más datos que en la Guerra de Vietnam, a pesar de la diferencia de duración entre ambas y, si no hubiese sido por la gran revolución de la microelectrónica, todavía se procesarían algunos de ellos.

Los análisis de los datos obtenidos permiten mejorar la actuación de las fuerzas, así en la II GM los analistas observaron que cuando efectuaban bombardeos por oleadas, bien por saturación de tráficos sobre el objetivo, bien por oscurecimiento del mismo debido a los bombardeos anteriores, la efectividad de los bombardeos bajaba de un 22% de la primera oleada a un 5% de los de la quinta, entonces los estudiosos decidieron cambiar los intervalos, que pasaron de uno a cinco minutos, logrando de esta forma que la efectividad de la 5ª oleada llegase a un 20%.

Otra clara aplicación de la recopilación de datos y uso de la estadística la tenemos cuando, al interpretar los resultados obtenidos, vemos que no coinciden con los esperados, entonces es fácil deducir o que el enemigo cuenta con nuevos equipos o nuevas tácticas o que nuestros sistemas no funcionan. Un ejemplo podría ser el siguiente: Nuestras fuentes de inteligencia nos aseguran que en una zona de mar, cuya superficie es A, existen N buques enemigos, N/A representará la densidad me-

dia. Si la detección efectiva lateral, en NM, de nuestros P-3 es R y, su velocidad media de búsqueda, en NM/h, es V, el índice de rastreo teórico obedecerá a la fórmula Qt=2RV(millas cuadradas/horas), si tenemos a un P-3 trabajando en la zona durante T horas, el número C de contactos que se espera encontrar será de C= QtT(N/A). Si resulta que el número de contactos observados es Cob= QobT(N/A); de la comparación de ambos Qob y Qt se puede conocer la efectividad operacional y si Qob es bastante menor que Qt la lógica hace pensar o en nuevas tácticas o en nuevos equipos.

A través de este proceso de comparación entre lo observado y lo teórico, y de solucionar problemas que tienen unos patrones semejantes se llega al desarrollo de teorías científicas que se denominan: teoría de búsqueda, teoría de bombardeo, etc. Estos modelos se usan por los analistas para estimar recursos, indicar zonas preferidas de localizaciones, determinar tácticas y calcular esfuerzos requeridos.

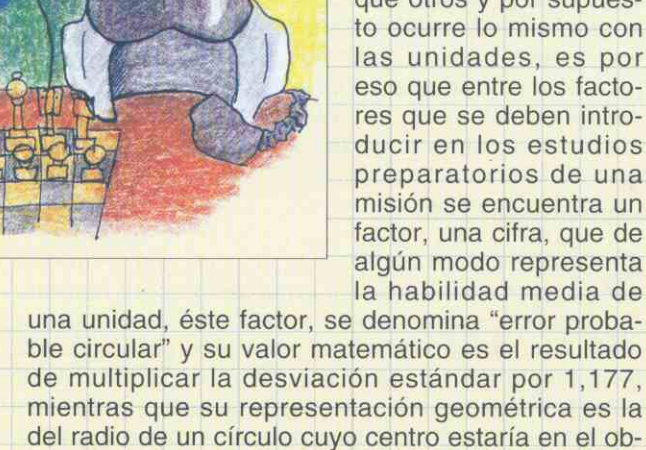


PLANEAMIENTO DE LAS MISIONES

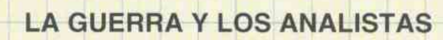
Con todos los datos y conocimientos obtenidos nos encontrábamos capacitados para preparar cualquier misión. En cierta ocasión, teníamos que inutilizar la pista de una base para impedir que los aviones allí desplegados pudieran despegar. Aunque se trataba de una pista larga, aquellos aviones, no necesitaban una gran carrera de despegue. Calculamos que era necesario efectuar, por lo menos, tres cortes, para que los trozos remanentes no pudieran ser utilizados. Los cálculos obtenidos nos decían que si la probabilidad de conseguir cada corte era de un 60% la probabilidad de inutilizar la pista sería: 0,6 x 0,6 x 0,6 = 0,216 es decir de un 21,6%, ya que se trataba de sucesos independientes. ¿Porqué un 60%?.

En el planeamiento de la misión, cuando se calcula la Fuerza necesaria para atacar la pista, hay que tener en cuenta una gran cantidad de factores que empiezan con la posibilidad de que alguno de los aviones aborte en el suelo, o que los aviones sean alcanzados por las defensas enemigas, o que falle el "refuelling" ,o que no se localice el objetivo, o que una vez localizado, falle el armamento, o que el tiempo existente entre la suelta de las bombas no sea el idóneo quedando unas bombas cortas mientras otras van largas. Todos estos factores se traducen en cálculos, cálculos y más cálculos. Pero, también hay otro factor, ¿qué unidad hará la misión?.

Con anterioridad citábamos que el piloto, a la hora de efectuar un disparo se ve afectado por una serie de parámetros como son la velocidad, el ángulo de picado, el viento, la visibilidad, las maniobras necesarias para defenderse, etc. Para ayudarle a efectuar la puntería los aviones disponen de sistemas automáticos que introducen una serie de parámetros en los ordenadores de a bordo y representan en el visor el lugar donde la bomba hará impacto. Se supone que el piloto con solo colocar dicho indicador sobre el blanco y apretar un botón conseguirá alcanzar el objetivo, pero la realidad es muy diferente, de hecho no todos los pilotos se encuentran igualmente calificados para efectuar una misión, existen pilotos más expertos que otros y por supuesto ocurre lo mismo con las unidades, es por eso que entre los factores que se deben introducir en los estudios preparatorios de una misión se encuentra un factor, una cifra, que de algún modo representa la habilidad media de una unidad, éste factor, se denomina "error probable circular" y su valor matemático es el resultado de multiplicar la desviación estándar por 1,177, mientras que su representación geométrica es la del radio de un círculo cuyo centro estaría en el objetivo y cuyo interior contuviese el 50% de todos los impactos.



LA GUERRA Y LOS ANALISTAS



Al vivir en un mundo en el que no pueden esperarse los acontecimientos, en el que si se quieren obtener ventajas, hay que adelantarse, y en el que la toma de decisiones depende muchas veces de los movimientos que efectúen nuestros contrincantes, es fácil comprender que la estadística, el

cálculo de probabilidades y la lógica, sean asignaturas de obligado estudio en los cursos que efectuamos de Inteligencia, Mando y Control, Analista, etc.. También aprendimos, en los estudios de Economía, que el término coste/eficacia tenía más importancia después de la Guerra, ya que durante la misma los costes tienen muy poco significado, entre otras cosas porque ni se podrán comprar más medios ni desarrollar nuevos sistemas, así que habrá que atenerse a lo que tengamos.

También aprendimos que existían cinco etapas y que el cumplimiento en tiempo de guerra de dichas etapas dependía en gran medida de los métodos de trabajo de los analistas. Trabajo que empieza con la percepción de la existencia del problema y de las alternativas para solucionarlo. Después viene la formulación, parte en la que entran las medidas y las hipótesis (incluyendo los modelos), y donde decidir qué utilizar como medida de eficacia (MOE) es crucial. Una vez el MOE es formulado, se procede a construir una hipótesis y se intenta que dicha hipótesis tome la forma de un modelo matemático simplificado en el que la medida de la efectividad se exprese por medio de una función con los factores más influyentes. Luego, la hipótesis es probada y según los resultados será utilizada en la práctica. La etapa de observación, aunque sea a menudo peligrosa (territorio hostil), casi siempre onerosa y además saque al analista de su despacho, es, sin embargo, indispensable, dado que los datos deben ser a menudo chequeados y complementados. En la etapa de análisis, estrictamente hablando, se cotejan las hipótesis con los datos observados y si el resultado es bueno se estima el valor de los parámetros opcionales, esta fase sirve para simplificar fórmulas y para comprobar la necesidad de otros parámetros. La presentación, es la parte final del trabajo y en ella, más que informar, lo que hacen los analistas es dar recomendaciones para la acción.

LA SIMULACIÓN

Si quieres la Paz prepara la Guerra". En la preparación de las fuerzas y en la ayuda para la toma de decisiones tiene singular importancia el campo de la simulación. Ya no es necesario participar en un conflicto para obtener enseñanzas. Todo lo visto anteriormente podría representarse por una partida entre dos adversarios que pueden mover sus piezas libremente y, a medida que van apareciendo los resultados, pueden ir modificando sus decisiones. De su habilidad en la toma de decisiones dependerá el resultado final, es decir, estamos ante la Teoría de los Juegos que fue formulada en 1928 por el matemático J. von Neumann y posteriormente recogida en el año 1944 junto al economista Oskar Morgenstern en la *Teoría de los juegos y comportamiento económico.*

Los juegos TPZS "Two-person-zero-sum" son juegos con dos jugadores cuyos intereses son totalmente opuestos y entre los que no hay cooperación. Forman parte de la Teoría de los juegos, siendo uno de los más conocidos el Juego del "Día-D" en el que un jugador concentra las defensas alemanas y el otro decide el lugar del ataque aliado. Para el desarrollo de este juego tiene gran importancia el teorema de Neumann que dice "que la clave no está en encontrar una forma inteligente de predecir la conducta del oponente sino más bien en conducirse de una manera impredecible". Las aplicaciones típicas de la teoría TPZS tanto en los EEUU como en los antiguos países de la URSS, incluyen diversos tipos de juegos entre los que destacan:

Juegos de búsqueda, parecidos al típico juego de los barcos o "hundir la flota". Juegos de ataque "Strike Games" en el que ambas partes tienen aviones a los que asignan diferentes "roles", la lucha puede durar varios días y a los aviones supervivientes se les pueden asignar nuevos "roles". Juegos de adivinanza en los que una parte trata de adivinar la opción de la otra antes de iniciar una acción hostil, como podría ser intentar adivinar la frecuencia del oponente con el fin de perturbarla. Los Juegos de eliminar que son parecidos a los de búsqueda, con la diferencia de que los asentamientos no permanecen quietos sino que pueden luchar; por ejemplo, una parte defendiendo unos silos ICBM mediante ABM´s y la otra parte atacándolos con armamento nuclear; el fin del juego es determinar la probabilidad que tiene cada objetivo de sobrevivir. Juegos de persecución y evasión, en los que un vehículo, por ejemplo un avión, intenta alcanzar a otro. Juegos de tiempo en los que cada contendiente tiene que determinar el tiempo en el cual tomar alguna decisión importante, eso sí con la esperanza de hacerlo antes de la elección del oponente, los juegos de inspección, etc. El fin principal de todos estos juegos no es alcanzar y recordar la estrategia óptima sino optimizar el uso del hardware para su uso posterior y, por supuesto, mantener entrenadas las Fuerzas que participarán en el combate.

CONCLUSIONES

No hacía falta contar la vida de un profesional para darse cuenta de la importancia de las matemáticas y que éstas forman parte inherente de nuestra profesión. Hoy en día, los niños que apenas saben multiplicar sí que saben manejar una calculadora, y resulta gratificante ver que para resolver una raíz cuadrada o calcular una integral se siguen dirigiendo a sus padres para que le expliquen "eso" tan laborioso, así que las matemáticas también me sirvieron para ayudar a mis hijos en sus estudios, tanto es así que los dibujos que ilustran este artículo son de Cristina (la pequeña) y forman parte del pago de la deuda que contrajo conmigo al obligarme a estudiar de nuevo las matemáticas para poderle ayudar a aprobar. ■



Las matemáticas y la operación de aviones civiles

JOSE FERNANDEZ-COPPEL LARRINAGA

Una noche tranquila y el moderno reactor comercial hace tiempo que navega a su nivel de crucero. Un pasajero solicita visitar la cabina de mando. El curioso viajero consigue su propósito y se sitúa ante un espectáculo que no había observado nunca, detrás del grueso parabrisas contempla una imagen inédita de la naturaleza y dentro del habitáculo otra totalmente tecnológica, dominada por el número. En el reducido espacio donde se encuentra nada parece estar quieto, una miríada de algoritmos varían sin descanso, círculos, triángulos y vectores oscilan, giran, cambian su intensidad como si estuvieran vivos formando juntos una futurista escena de símbolos matemáticos.

La mente de este singular visitante no es una mente cualquiera; está especialmente dotada para las matemáticas. Se trata de un astrofísico y su disciplina también incluye la curiosidad. Sabe, por la información del comandante, que la enorme aeronave se desplaza a 900 km/h sustentándose en una tenue y gélida zona de la alta atmósfera.

Mientras observa, cae en la cuenta de lo inútil de sus sentidos para percibir tal velocidad o para distinguir el ambiente artificial que le rodea del de un hotel de 5 estrellas, preso de curiosidad, en busca de referencias, se zambulle en el océano de instrumentos. Para este científico, el panel de la cabina es una extraña herramienta de trabajo donde, apenas la vieja rosa de rumbos de los navegantes, le resulta familiar.

Inesperadamente en medio de tanto aparejo matemático, sobre un pulsador de control encuentra rotulado un nombre que le es muy familiar: MACH, y no acierta a comprender por qué se honra en una cabina a uno de sus héroes del conocimiento. Enseguida vienen a su memoria las investigaciones del gran Ernst Mach a finales del XIX. Recuerda sus tempranas descripciones del movimiento su-

persónico, la barrera del sonido y el tren de ondas de choque asociadas. Tras este descubrimiento, nuestro hombre toma conciencia de que viaja a bordo de un verdadero proyectil e imagina la maquina que lo contiene, desafiando con el morro los límites físicos de una atmósfera impredecible y otras fuerzas como la gravedad que ni el conocimiento de un astrofísico sabría explicar con certeza.

Fuerza de gravedad, inercia, movimientos giroscópicos, barrera del sonido o fronteras térmicas; que más da superar un concepto u otro. Nuestro peculiar pasajero sabe que la física se construye con lenguaje matemático, y este es el mismo idioma que ha permitido el desarrollo de la aviación.

Al contrario que el astrofísico, no es necesario que el piloto sea un consumado matemático, sin embargo, en su preparación profesional las matemáticas son básicas y sus aplicaciones continuas.

Los modernos medios de comunicación y, en especial el transporte aéreo, han encogido nuestra percepción del globo terrestre hasta convertirlo en la denominada aldea global donde las distancias no son un obstáculo.

El desplazamiento de masas por vía aérea constituye un servicio esencial en las sociedades desarrolladas, una actividad que hoy sufre problemas de saturación, de gran pugna comercial y también medioambientales. En esta encrucijada de la aviación comercial moderna altamente competitiva, altamente congestionada, se requiere de los pilotos la toma de decisiones con suma rapidez, en ocasiones bajo gran tensión. El piloto se desenvuelve en un escenario de últimas tecnologías en el que cada instrumento le muestra resueltos problemas matemáticos específicos, algunos muy complejos.

Las altas velocidades a las que se desarrollan las operaciones de vuelo requieren la presentación de datos fiables e instantáneos, no puede dudarse de los cálculos, de la información por sencilla que ésta sea.

Hoy día, en la cabina de un moderno reactor comercial, no sólo se manejan datos matemáticos que afectan a las actuaciones, centrado, estabilización, guiado, control de vuelo o navegación. Los últimos diseños introducen el factor económico como un parámetro de primer orden en la operación de vuelo, se establece el concepto de gestión de vuelo, de tal manera que la maquina va a ser gobernada; "gestionada"de acuerdo a unos índices de costo que introduce el piloto en los ordenadores de abordo.

Ante esta necesidad de presentar al piloto un gran cúmulo de información nueva, las cabinas analógicas hace tiempo que alcanzaron su saturación, por no disponer de espacio a la hora de introducir sistemas adicionales.

La aviación, pionera en la aplicación y desarrollo de nuevas tecnologías está absolutamente integrada en la era digital. Actualmente, los complejos sistemas del avión gestionados electrónicamente, alivian la carga de trabajo de los pilotos permitiéndoles manejar sus aeronaves con seguridad en áreas de intenso trafico o en situaciones de emergencia. Se ha convertido, pues, la operación de las modernas aeronaves en una interrelación hombre-sistema. El piloto ordena, supervisa la misión de una gran cantidad de elementos cibernéticos que se autogobiernan, resolviendo instantáneamente problemas de la más alta matemática.

Las demandas tecnológicas que, históricamente, han traído aparejada la operación de aviones, han constituido el motor que ha permitido el rápido desarrollo de algunas ramas de la ciencia.

El diseño de aeroplanos que puedan ser operados con garantías de eficiencia y seguridad exige técnicas y cálculos analíticos complejísimos. Para conseguir llegar al actual estado de desarrollo ha si-



La moderna meteorología aeronáutica permite que las operaciones de aeronaves sea cada vez más segura.



El piloto se desenvuelve en un escenario de últimas tecnologías en el que cada instrumento le muestra resueltos problemas matemáticos específicos

sustentación más elevados, mejores actuaciones para sus aviones, tanto en crucero como en despegue.

Los vuelos diarios de la aviación comercial sólo se llevan a cabo, si los pilotos disponen de los datos necesarios para un despegue seguro. El cálculo de los parámetros de despegue y las limitaciones operativas de las grandes aeronaves resuelve diversos problemas matemáticos cuyo cálculo se facilita con sofisticados ábacos y ordenadores. Ábacos y calculadores agrupan familias de curvas representativas de las actuaciones del avión con: la altitud, características y estado de la pista, carga, presión, temperatura y viento.

do imprescindible recorrer un largo y balbuceante camino de teorías, algunas satisfactorias, otras desastrosas.

Aunque la teoría de la sustentación siempre estuvo ahí, poco empleo practico pudo extraerse de las primeras formulaciones matemáticas basadas en Newton. La aerodinámica tuvo que esperar doscientos años y a JUKOWSKI para encontrar ecuaciones que explicaran satisfactoriamente la sustentación a los pilotos.

La aerodinámica, cuyos pasos fundamentales se han dado en la primera mitad de este siglo, permite hoy que teoría y práctica caminen juntos. El desarrollo de la aviación moderna nada tiene que ver con su épico pasado, hoy el mensaje póstumo del primer aviador de la historia Otto Liliental (Es necesario que haya víctimas) no tendría sentido. La ciencia aeronáutica ha adquirido tal grado de desarrollo que los pilotos de ensayos no prueban maquinas sin que éstas antes hayan demostrado virtualmente sus actuaciones gracias a los más potentes ordenadores.

La alas de los modernos reactores comerciales tienen que operar recibiendo aire a velocidades cercanas a la velocidad del sonido, superando esta ultima en algunas zonas del extradós. El ala supercrítica ha sido posible después de intensos estudios aerodinámicos y pruebas. Con ellas es posible para velocidades tan altas de proyecto tener unos perfiles más gruesos, un mayor alargamiento y un menor ángulo de flecha; en resumen, en los modernos reactores los pilotos obtienen coeficientes de

Para que la operación de vuelo no derive en un desastre, es necesario recurrir a otra rama de la física muy relacionada con la aerodinámica: la meteorología. Forzosamente el transporte aéreo es sensible a los cambios y variaciones del medio físico donde se desenvuelve. A pesar de los grandes avances en las operaciones aéreas, éstas siguen condicionadas por los fenómenos meteorológicos. La asistencia que presta esta joven rama de la física a los pilotos es de un valor inestimable. Se sabe que, establecer un modelo matemático que permita hacer predicciones meteorológicas aceptables, es un reto muy difícil por su enorme complejidad. Si bien la proliferación de estaciones, globos sondas, cohetes y satélites, unidos a los modelos climáticos estadísticos, hacen que la operación de aeronaves se realice bajo predicciones cada vez más fiables.

Es vital que un piloto conozca en profundidad la ciencia que describe los cambios en su especial medio de trabajo y los fundamentos matemáticos físicos que la sustentan, cambios que se pueden producir en todos los marcos de referencia posibles. La variedad de movimientos en la atmósfera parece no tener fin, todas estas perturbaciones afectan al vuelo ya sean las que se producen a pequeña escala, a escala continental e incluso las que comprometen las emisiones de radio cuya escala es nuestro sistema solar.

La observación de los fenómenos meteorológicos es tan antigua como el hombre. La aviación ha constituido un puesto de observación indispensable

para poder descubrir las leyes que rigen nuestra atmósfera.

Otra vez la teoría y experiencia siguen caminos complementarios, fueron necesarios los vuelos a gran altura para conocer los movimientos generales de la atmósfera y corrientes en chorro de hasta 350km/ hora. El piloto experimentado no solo sabe interpretar mapas sinópticos y curvas adiabáticas, ha de complementar sus conocimientos teóricos con los signos que le presenta la propia atmósfera durante el vuelo. Para los aviadores, leer el cielo constituye un verdadero arte cuyo máximo exponente es el vuelo en velero o ala delta. Con estas silenciosas máquinas, cuyo único motor es la atmósfera, los deportistas emulan a las aves realizando vuelos de duración y distancia inimaginables.

Pilotos y meteorólogos deben mucho a la reflexión de ondas de radio en las gotas de agua. Basado su principio de funcionamiento en cálculos cronométricos, los radares modernos son incluso capaces de darnos pistas sobre uno de los fenómenos que más inquieta a la meteorología aeronáutica actual, la cizalladura. Los radares constituyen los ojos del transporte aéreo. Con ellos, los pilotos son capaces de negociar los temidos cúmulo nimbos que fabrica la atmósfera.

En las operaciones aéreas saber dónde se encuentra la nave en cada momento constituye el cálculo matemático por excelencia. La navegación a lo largo de la historia ha estado íntimamente ligada a las ciencias exactas y los antiguos navegantes se encontraban entre los mejores matemáticos. Los cálculos astronómicos han sido el fundamento de la navegación marítima y aérea a larga distancia hasta los años 50.Algunos famosos reactores comerciales como el DC-8, todavía operativos, incluían un sextante entre sus equipos de navegación.

Las matemáticas son muy evidentes en todo lo que rodea al problema de situación de la nave en cada momento. Centros astronómicos y matemáticos como el de Greenwich se crearon al servicio de la navegación marítima en el siglo XVI. La cartografía indispensable para la navegación trataba de resolver un problema matemático muy antiguo: representar en una superficie plana una forma esférica como es la Tierra. Ya los cartógrafos de Amberes abordaron este problema; fue Mercator quien estableció su famosa proyección de meridianos y paralelos perpendiculares. El problema de la navegación aérea se fue complicando a medida que las aeronaves consiguieron aumentar su alcance y velocidad.

Tiempo atrás, cuando los vuelos transatlánticos no eran demasiado frecuentes, se tenía siempre a la vista la proyección ortodrómica, en la cual la línea de camino mínimo, es decir, el circulo máximo es una línea recta. Años después, cuando los cuatrimotores a pistón cruzaban el Atlántico, los problemas de la exactitud en la navegación eran importantes y fue muy empleada la proyección loxodrómica, en las la que las líneas de rumbo son constantes.

Apoyados en la cartografía, ya no es posible hacer historia navegando a estima, realizando sencillos cálculos cinemáticos, como hicieran Lindberg o Barberan y Collar en sus prodigiosos vuelos. Los



Los vuelos diarios de la aviación comercial sólo se llevan a cabo, si los pilotos disponen de los datos necesarios para un despegue seguro.



Gracias a los simuladores el mensaje póstumo del primer aviador de la historia Otto Liliental (Es necesario que haya víctimas) hoy no tiene sentido.

modernos equipos son tan precisos que han robado a la navegación su antiguo carácter de aventura de arte, también las nuevas tecnologías han dejado huérfanas las cabinas de uno de sus más antiguos miembros: el navegante.

Parece que las matemáticas no están expuestas a estos románticos sentimientos y continúan en su labor de proporcionar a la navegación la máxima exactitud posible. En ese empeño, las ondas radioeléctricas han colaborado con las matemáticas hasta lo indecible, con ellas todas las formas de establecer posiciones fiables se han experimentado. Ondas en forma de abanico, hipérbolas, cruces de haces, triangulaciones, efecto doppler, diferencias de fase, cronometradores, hasta establecer una jerga de ayudas a la navegación que en muchos casos no han aguantado el vendaval tecnológico. Nombres tan sugerentes como el RADIO RANGE, LORAN, CONSOL, OMEGA forman la lista de los olvidados, a duras penas nos acompaña todavía el NDB, manteniéndose el VOR, DME e ILS como ayudas radioeléctricas primarias para la navegación desde hace 50 años. El moderno sistema de posicionamiento global GPS también utiliza las emisiones de radio, esta pieza increíble de innovación tecnológica realiza correctamente sus mediciones gracias a una sofisticada red de satélites y relojes atómicos que permiten sincronizarlas.

Sin duda la aplicación matemática más espectacular a la navegación es la relativa a los sistemas inerciales. Al conseguir determinar de una manera autónoma la situación de un móvil en el espacio, la astronáutica se hace posible y la aeronáutica da un gran paso adelante.

En la navegación inercial acelerómetros y giroscopios ayudan a resolver problemas en los que intervienen las leyes de Newton y también son necesarias herramientas matemáticas como el lazo de SCHULER, para compensar los efectos de esfericidad de la tierra en los complejos cálculos de los computadores.

La aplicación de la más alta matemática ha permitido cambiar nuestro concepto de giroscopio, el "giroscopio láser" es capaz de medir la velocidad rotación a que está sometido, en función de la diferencia de frecuencias de dos rayos láser que se mueven en direcciones opuestas dentro de una cavidad resonante de forma triangular. Constituye este giroscopio un moderno elemento de detección que ha permitido cambiar la arquitectura de las cabinas.

Desde el despacho de vuelos hasta el aterrizaje los múltiples problemas ligados a la operaciones aéreas tienen implicaciones matemáticas. El advenimiento de la era digital permite resolver, de una manera casi instantánea, complejos cálculos que afectan a la planificación, guiado, control y gestión de un vuelo. En la última década, las matemáticas y su expresión tecnológica digital han supuesto un avance sensible en el transporte aéreo, reduciendo cada vez más sus limitaciones. Este importante avance tecnológico ha transformado las tareas de las tripulaciones, hacia funciones de vigilancia y control del vuelo, lo que hoy se denomina gestión de las operaciones aéreas.

Aerodinámica, Aeronáutica, Meteorología, Ingeniería, Astronomía, Cibernética, Navegación, Electrónica, la lista de ciencias y técnicas aplicadas a la operación de vuelo sería interminable, y todas ellas son materia de especialistas; especialistas que usan las matemáticas como principal herramienta. Sin ese útil, sin tener conocimientos de matemáticas, los pilotos no podríamos comprender la atmósfera, los complejos sistemas que manejamos ni los principios que nos permiten realizar nuestro especial trabajo. De igual manera reduciríamos de un modo imperdonable nuestra capacidad de contribuir con nuestras experiencias al desarrollo de la aviación y todas las ciencias que la sustentan.

El siglo XX ha sido el siglo del átomo, también de la aeronáutica y de su consecuencia, la astronáutica. Un siglo excepcional cuya historia está aún por escribir, y sólo a través del maravilloso lenguaje de los matemáticos se narrará completo este periodo fascinante que ahora acaba. ■

Meteorología operativa y matemáticas

ALBERTO LINÉS ESCARDO
Meteorólogo. Doctor en Ciencias Físicas

Nada nuevo aportaremos si decimos que la Meteorología y las Operaciones de Vuelo han sido inseparables, aunque su convivencia ha sido a veces un tanto borrascosa, y no solo por el gran número de borrascas que las aeronaves han tenido que sortear.

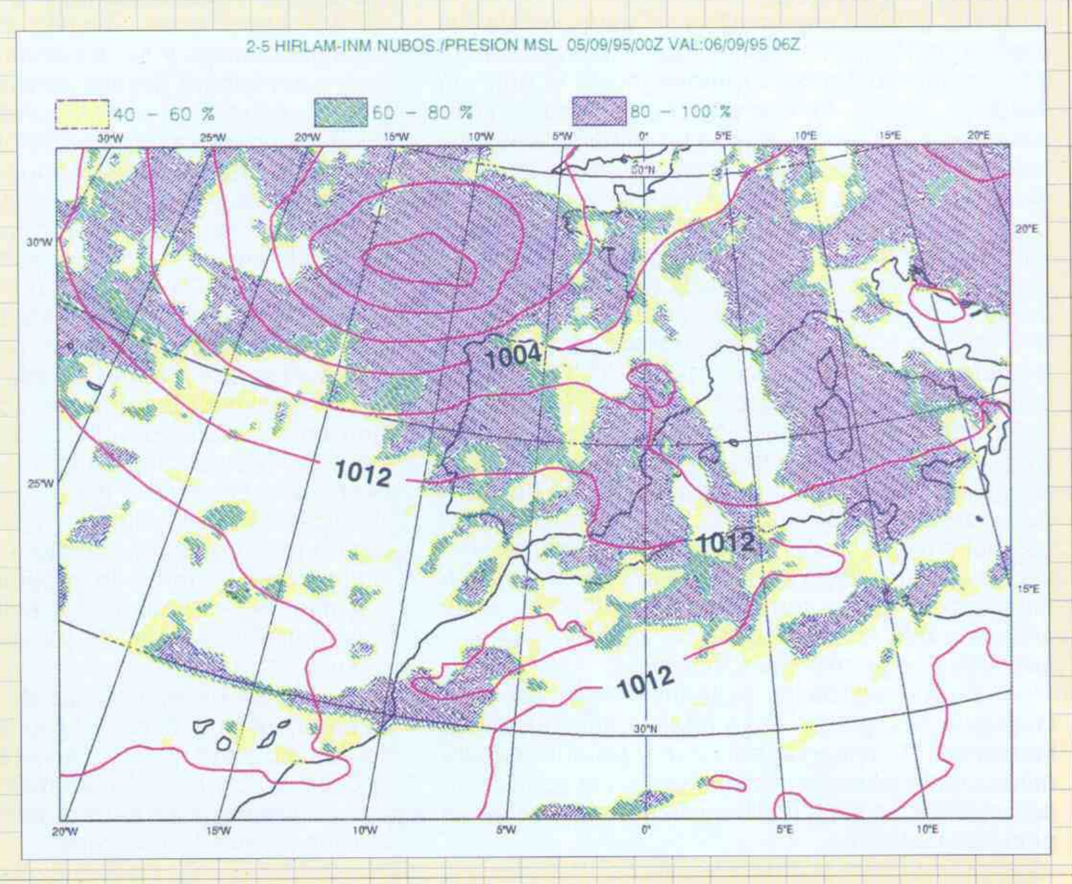
En alguna manera la Aeronáutica y la Meteorología moderna han tenido desarrollos sensiblemente paralelos, a lo largo de los cuales las Matemáticas han jugado un papel decisivo.

Ya desde Aristóteles se suponía que en el desarrollo de los fenómenos meteorológicos había unas causas físicas implicadas. Lo patentiza cuando dice a su discípulo Teofrasto: "Debemos ahora mostrar que cada viento es acompañado por fuerzas y otras condiciones debidas a relaciones entre uno y otras; tales condiciones son diferentes de unos vientos a otros".

Sin embargo, la formulación matemática de esas relaciones, o en general, las de los movimientos de las masas de aire, tardarían mucho tiempo en lograrse y en realidad no se alcanzarían en forma convincente hasta los comienzos del siglo XX. Newton descubre la gravitación universal en el siglo XVII y establece la relación entre fuerza y aceleración, y Leibnitz la formula e introduce el cálculo diferencial.

Sin embargo, costó cerca de tres siglos que esas leyes se aplicaran a los fluidos en general y al aire en particular. Ello se debió principalmente a que no se conocía la relación entre la presión y la densidad, como indica Duncan Thompson (The Matematics of Meteorology). La formulación debida a Boyle y Charles facilitó una nueva relación entre las variables que caracterizan el estado de un fluido. Con los trabajos de Euler y Bernouilli se logró establecer una formulación del movimiento de los fluidos por medio de un sistema de ecuaciones en derivadas parciales no lineales, en que se relacionaban cinco variables, a saber: las tres componentes del viento, la densidad y la presión. Al haber una variable más que ecuaciones, la solución era indeterminada.

Aunque el planteamiento matemático era correcto, la base física era un tanto endeble, entre otras



razones porque al calor se le suponía una forma de la materia. Al establecer Joule el principio de la equivalencia entre calor y trabajo, es decir, el primer principio de la Termodinámica, se allanaba uno de los principales obstáculos. En el plano de lo puramente dinámico, no específicamente hidrodinámico, la formulación de Coriolis fue decisiva, al introducir en todos los movimientos de la materia el efecto de la aceleración debida a la rotación de la Tierra.

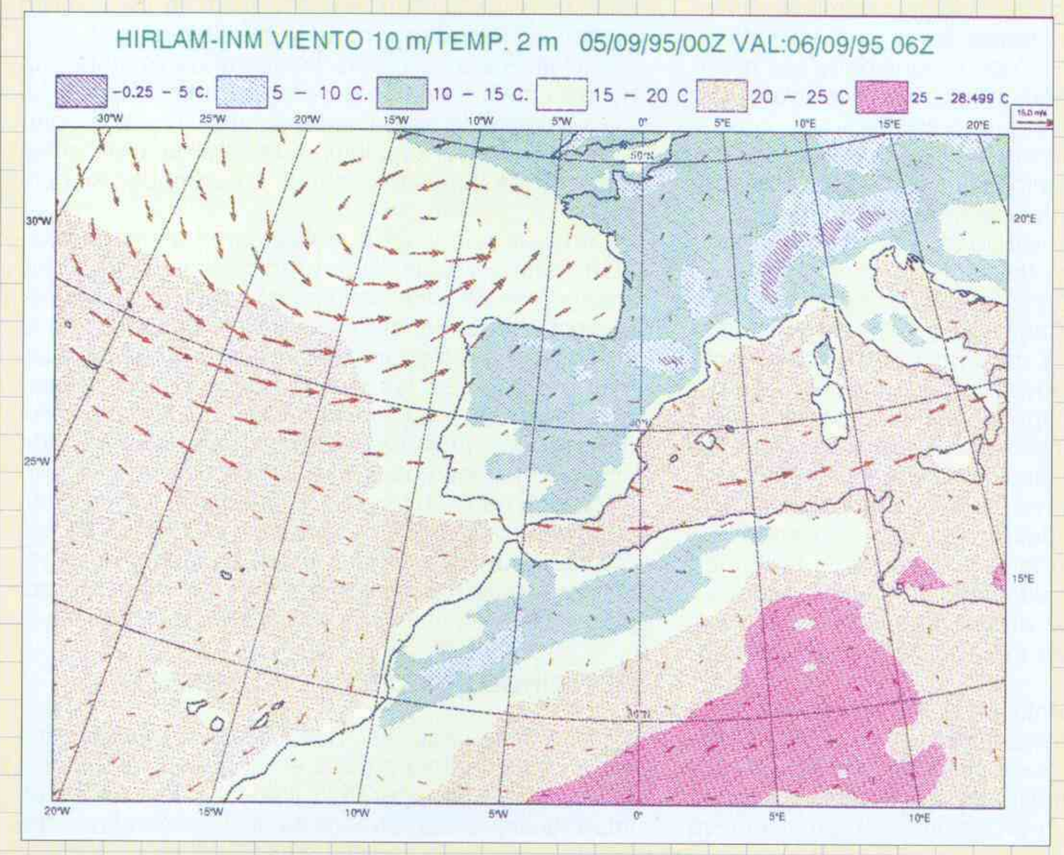
Durante el siglo XIX la Matemática marchaba muy por delante de la Meteorología, aunque cada vez las distancias se acortaban gracias a los avances de la Física a lo largo de dicho siglo.

Fue decisivo, ya en 1904, el planteamiento de Vilhelm Bjerknes cuando estableció un sistema de seis ecuaciones en derivadas parciales entre estas seis variables: Las tres componentes del viento, la densidad del aire, la presión y la temperatura. El primer miembro de cada ecuación era la derivada parcial o si se quiere, la variación con respecto al tiempo de cada una de las variables citadas. Dicho con otras palabras: Se planteaba, conocido el estado de la atmósfera, saber cuál será un tiempo después, ya sea unas horas, un día o varios. Bjerknes había sentado sólidas bases para la Meteorología moderna. Casi por las mismas fechas se realizaba el primer vuelo en aeroplano de la historia.

El planteamiento de las seis ecuaciones de Bjerknes era impecable, pues recogía las leyes de Newton sobre el movimiento, la de los gases perfectos, el principio de conservación de la masa y el de la equivalencia.

El problema estaba, por una parte, en disponer de una red de datos suficiente y, por otra, la enorme dificultad de resolver un sistema no lineal entre derivadas parciales careciendo de soluciones analíticas. Además, el sistema incluía las ondas sonoras y las gravitatorias no deseables en un planteamiento puramente meteorológico. En alguna manera, la Meteorología devolvía la pelota a la Matemática, ya que venía a decirle: "Este es el problema; ahí queda planteado. Resuélvelo". Y aún llevaba más adelante lo que hoy llamaríamos una "especificación de usuario": De nada sirven técnicas de predicción que empleen más tiempo en elaborarlas que el plazo de validez de las mismas. Porque resolver el sistema de Bjerknes dando a la variable t, tiempo, incrementos de 24 horas, es decir, una predicción de un día para otro, podía llevar meses.

La trascendencia del planteamiento de Bjerknes era enorme, pero en nada servía para la Aeronáutica. Por ello, en sus primeros años, al menos hasta los años veinte, lo que prevalecía en el apoyo meteorológico al vuelo era la información del tiempo presente y el empirismo. A lo largo de la década de los años veinte, se mejoró bastante gracias a un mayor conocimiento de la atmósfera superior y sobre todo, por la formulación de la teoría frontal, debida a Bjerknes, Bergeron y Pettersen.



EL ENSAYO DE RICHARDSON

Pero el problema matemático seguía en pie. El primero que se atrevió a abordarlo en toda su dimensión, fue el científico británico Lewis F. Richardson (1881-1953). Conductor de ambulancias durante la primera guerra mundial, entre servicio y servicio trabajaba en la solución de un caso

concreto, sobre los datos de una cuadrícula que diseñó, que abarcaba las Islas Británicas, Francia y el entorno de los Pirineos. Se extraviaron sus papeles y casualmente fueron encontrados, y acabada la guerra continuó sus trabajos. Tuvo la acertada idea de emplear el método llamado de "las diferencias finitas", con lo que eludía en parte cálculos infinitesimales. Para aliviar el enorme aparato matemático, hubo de hacer continuas simplificaciones. En 1922 ya logró un primer resultado que fue en apariencia un fracaso mayúsculo, ya que para la variación de la presión en 24 horas en un determinado lugar, aparecieron errores de varias decenas de milibares.

Al dar cuenta de sus trabajos, suponía que para poder hacer operativo su método de resolución de las seis famosas ecuaciones harían falta 64.000 personas adiestradas, dotadas de las calculadoras mecánicas entonces disponibles. Y acababa diciendo: "Quizá algún día los avances de la computación la hagan más veloz que el tiempo atmosférico y a un coste menor que los gastos implicados". No podía suponer que tal cosa acaecería en el plazo de unos 25 años .

LA MATEMÁTICA EN LOS MOVIMIENTOS CUASI HORIZONTALES DEL AIRE

Mediado el siglo XX se hicieron importantes avances en la simplificación de las ecuaciones y en establecer relaciones lineales en lo posible entre las variables implicadas. Un procedimiento fue el de suponer nulas las variaciones transversales y verticales de viento, es decir, considerar los movimientos puramente horizontales como prevalecientes en desplazamientos a gran escala.

Un nuevo concepto entró en escena: La vorticidad, que es la circulación rotatoria del aire alrededor de un eje orientado arbitrariamente, es decir, el rotacional del vector velocidad. Viene a ser la aplicación meteorológica del teorema de Stokes. Por dar un solo ejemplo de su importancia práctica, diremos que en nuestra Península y su entorno, cuando llega una ola polar es de particular trascendencia verificar si hay o no advección de vorticidad. En caso afirmativo, cabe esperar una situación compleja de mal tiempo, acompañada, entre otros fenómenos, de frecuentes episodios de engelamiento.

Ya Rosby en 1939 había demostrado que la propagación de las grandes ondas más o menos sinusoidales se podían prever por medio de la vorticidad, y aplicó también con éxito su método para prever el movimiento de ondas planas. También fue importante el llamado método de las perturbaciones.

En los años cincuenta, la USAF empleaba unos diagramas para las trayectorias de vorticidad constante, que permitía prever el desplazamiento de los ejes de las ondas principales hasta para 72 horas, es decir, cambios a gran escala. En plena guerra fría, era decisivo disponer de una predicción de unos días para el caso de una súbita emergencia. Un método diseñado por Jerome Namias basado en las anomalías, con alguna base estadística, permitía asimismo predicciones de hasta cinco días que regularmente eran difundidas por todas las bases militares americanas repartidas por buena parte del mundo.

LOS PRIMEROS ORDENADORES

Ya en 1946 se disponía de ordenadores cuya velocidad de cálculo era unas 10.000 veces la de las calculadoras convencionales más veloces. En los años posteriores se irían perfeccionando con rapidez. Los meteorólogos se dieron cuenta inmediatamente de las enormes posibilidades que se abrían con los cálculos electrónicos y prestaron una atención creciente al problema de la predicción numérica del tiempo contando para ello con calculadoras de muy alta velocidad.

Los trabajos de Richardson alcanzaron notoria actualidad y pronto se iniciarían los ensayos de lo que se conoce como predicción numérica del tiempo, es decir, la metodología de la predicción del tiempo basada en la resolución de las ecuaciones físicas que rigen el movimiento de la atmósfera. Un hecho importante tuvo lugar en 1948 cuando Charney encontró que un uso adecuado de las aproximaciones geostrófica e hidrostática conducen a una sola ecuación que incluye la presión y en la que están ausentes las ondas sonoras y gravitatorias.

Por otra parte, ya entrados los años sesenta, hubo gran mejora en la red de telecomunicaciones. La mayor densidad de datos resolvía al menos en parte el quizá mayor problema a la hora de analizar las condiciones atmosféricas y elaborar mapas sinópticos.

Como se conocían a fondo los problemas matemáticos implicados en la predicción numérica, los ensayos no se hicieron esperar y fueron sumamente alentadores. Por entonces estuvo de moda lo que se llamaba "predicción objetiva", basada en técnicas muy concretas en las que apenas quedaba espacio para la iniciativa del predictor. Fjortoft ideó un método gráfico relativamente simple para la predicción objetiva del mapa de 500 milibares.

Muchos de los primeros ordenadores fueron de tipo analógico, pero al poco tiempo el Algebra de Boole se impuso y proliferaron con enorme rendimiento los ordenadores digitales, hoy herramienta imprescindible en el mundo actual de la tecnología.

METEOROLOGÍA OPERATIVA: METOPS

En la década de los años cincuenta gana terreno un concepto ya creado en la II Guerra Mundial: la Meteorología Operativa. Hasta entonces en las informaciones meteorológicas, incluso con fines ae-

ronáuticos, habían prevalecido los criterios cualitativos de manera que esas informaciones eran un elemento más en un juicio de valor acerca del vuelo a emprender. Acaso hubiera alguna excepción, como la información sobre "paso de sierra" que muchas veces era decisoria.

Pero las complejas operaciones militares impusieron otra forma de trabajar. Por una parte, la información se completaba con los datos proporcionados por aviones y con boyas lanzadas en el campo enemigo. Y las enormes masas de medios bélicos exigían decisiones muy concretas. Así empezó la Meteorología Operativa, en la cual, la información meteorológica debidamente cuantificada venía a ser un dato más en el proceso operativo. Ello obligaba a algo que en las últimas décadas ha venido a ser habitual: el parametrizar las condiciones meteorológicas.

Al desarrollarse espectacularmente la aviación comercial en los años que siguieron a la contienda, y sobre todo al establecer OACI sus "Normas y Procedimientos" en los clásicos anexos al tratado, ocupa vigorosamente su puesto la Meteorología Operativa, METOPS. Este concepto no se limita al puro dato meteorológico, sino también a su transmisión y procesamiento. Uno de sus primeros productos y de los más logrados fue la Red MOTNE, que cuarenta años después nos resulta imprescindible, aunque ha experimentado lógicamente mejoras sustanciales en este tiempo.

$$
\begin{aligned}
\frac{\partial u}{\partial t} &= -u\frac{\partial u}{\partial x} - v\frac{\partial u}{\partial y} - w\frac{\partial u}{\partial z} + fv - \frac{1}{\rho}\frac{\partial p}{\partial x},\\
\frac{\partial v}{\partial t} &= -u\frac{\partial v}{\partial x} - v\frac{\partial v}{\partial y} - w\frac{\partial v}{\partial z} - fu - \frac{1}{\rho}\frac{\partial p}{\partial y},\\
\frac{\partial w}{\partial t} &= -u\frac{\partial w}{\partial x} - v\frac{\partial w}{\partial y} - w\frac{\partial w}{\partial z} - g - \frac{1}{\rho}\frac{\partial p}{\partial z},\\
\frac{\partial \rho}{\partial t} &= -u\frac{\partial \rho}{\partial x} - v\frac{\partial \rho}{\partial y} - w\frac{\partial \rho}{\partial z} - \rho\left(\frac{\partial u}{\partial x} + \frac{\partial v}{\partial y} + \frac{\partial w}{\partial z}\right),\\
\frac{\partial p}{\partial t} &= -u\frac{\partial p}{\partial x} - v\frac{\partial p}{\partial y} - w\frac{\partial p}{\partial z} - \frac{C_p p}{C_v}\left(\frac{\partial u}{\partial x} + \frac{\partial v}{\partial y} + \frac{\partial w}{\partial z}\right),\\
\frac{\partial T}{\partial t} &= -u\frac{\partial T}{\partial x} - v\frac{\partial T}{\partial y} - w\frac{\partial T}{\partial z} - \frac{RT}{C_v}\left(\frac{\partial u}{\partial x} + \frac{\partial v}{\partial y} + \frac{\partial w}{\partial z}\right).
\end{aligned}
$$

Sistema de ecuaciones de Bjerknes.

En las oficinas de despacho y planificación de vuelos a larga distancia se planteó un problema meteorológico y matemático a la vez: encontrar las rutas de tiempo mínimo. El problema ofrecía variantes: tiempo mínimo, combustible mínimo o coste mínimo. El caso de tiempo mínimo, es un clásico problema de cálculo de variaciones; el combustible o coste mínimo pueden introducir alguna complejidad al entrar nuevos parámetros en liza. Problema resulto anteriormente y con alguna semejanza al que nos acabamos de referir es el de la llamada Programación Lineal: Encontrar la operación óptima cuando desde varios puntos hemos de realizar transporte a otros varios distantes, partiendo de bases militares que por lo general no coinciden con los puntos de carga de los materiales movilizados.

LOS MODELOS DE CIRCULACIÓN GENERAL

Hoy por hoy, la mejor herramienta para la previsión del tiempo son los llamados modelos de circulación general, GCM, que abordan el planteamiento de Bjerknes: Conocida una determinada situación atmosférica, para un valor de t, tiempo, conocer la que habrá para t+6, 12, 24, 48, 72 o más horas. Por referirnos a algunos, mencionaremos los modelos empleados por el Centro Europeo de Predicción a Medio Plazo. Como en la mayoría de los modelos de circulación, se parte de un sistema de ecuaciones del movimiento del aire, además de una serie de condiciones de contorno. Partiendo de un estado inicial, sumamente complejo a la hora de parametrizarlo, se da a la variable tiempo diferentes valores.

Dado que las ecuaciones son en derivadas parciales no lineales, la complejidad es enorme, por lo que se emplean técnicas de modelización numérica para obtener soluciones aproximadas, y los campos se representan por un número finito de puntos, en rejillas, es decir, el proceso continuo se "discretiza". Cuanto más fina sea la rejilla, los resultados serán más aproximados a la realidad. Los puntos de la rejilla se repiten en altura en algo más de 30 niveles hasta unos 30 km. de altitud.

Los parámetros introducidos son en superficie: precipitación, capa nivosa, presión, temperatura, viento, punto de rocío. En la atmósfera libre: altura geopotencial, viento, temperatura, humedad, nubes, vorticidad, divergencia y otros datos. A estos datos iniciales, se aplican en primer lugar las ecuaciones de Newton en operación cuasi lagrangiana con una aproximación hidrostática para el viento suponiendo nula la aceleración vertical; además, las de los gases perfectos, conservación de la energía y la de continuidad en forma algo compleja. Figuran en el modelo matemático las llamadas con-

diciones de contorno debidamente parametrizadas, tales como la naturaleza y rugosidad del terreno, uso del terreno, contenido de agua en tierra en un metro de espesor, masas de hielo marinas y las anomalías térmicas en el océano. La parametrización de estas condiciones de contorno encierra un problema matemático que se resuelve con la mejor posible aproximación.

El Instituto Nacional de Meteorología emplea el modelo descrito desarrollado por el Centro Europeo de Predicción a Plazo Medio, del que es miembro. Dicho Centro hoy por hoy es el más acreditado del mundo. En la aplicación a la predicción operativa diaria se aplica asimismo el modelo HIRLAM, de escala limitada. En las figuras se presentan pronósticos de sistemas nubosos y de viento en superficie.

Muy deseable sería que la técnica de las condiciones de contorno pudiera ser aplicada rutinariamente en las predicciones locales, tales como en los TAF y en la tendencia de los METAR; en estos últimos, principalmente, juegan todavía un papel importante apreciaciones subjetivas. El hecho es que los GCM no resuelven en su totalidad la predicción del tiempo: es preciso en buen número de casos interpretarlos en forma de lenguaje corriente, sobre todo para la previsión de hidrometeoros y otros. Y ello sin entrar en otros problemas no siempre sencillos de abordar.

Cierto que los GCM tienen sus limitaciones, y no son ciertamente pequeñas. Acaso la primera, y tal vez la más importante sea de tipo conceptual. En los programas de los GCM encontramos las leyes físicas del sistema atmosférico o al menos parte de ellas. Son leyes rigurosamente físicas a las que se aplican criterios físicos; hay pues un contexto determinista en la concepción del modelo. Sin embargo, el punto de partida, el valor inicial del tiempo y la red de datos sobre los que se aplican tales leyes, son aleatorios. Vienen afectados por una representatibidad que no puede ser garantizada con rigurosidad. Además se aplica una concepción continuista a una base de partida discreta. Es preciso reconocer que en las ciencias aplicadas tal cosa es no es infrecuente. Quizá no se haya insistido demasiado en este punto y se haya prestado más atención al problema de la resolución del modelo, es decir, a las dimensiones de los rectángulos de la cuadrícula.

La aplicación de los GCM permite elaborar pronósticos con probabilidad de acierto en torno al 90 por ciento hasta 48 horas y muy aceptables hasta cuatro días; con carácter experimental hasta los diez días. Para las necesidades de la Aeronáutica civil y militar los mapas para 12 y 24 horas son de indudable utilidad, y lo mismo podemos decir de los pronósticos hasta cuatro días tanto para la planificación de operaciones militares como para múltiples aplicaciones en el ámbito civil.

PROBLEMAS MATEMÁTICOS EN LA METEOROLOGÍA ACTUAL

Cualquier tema meteorológico objeto de investigación lleva aparejado un aparato matemático de mayor o menor dificultad. Por supuesto que también aparece la Matemática en el "día a día" de la Meteorología. Algunas veces los problemas son relativamente sencillos de resolver; es el caso del apoyo de la Estadística matemática en apoyo de la Meteorología y sobre todo la Climatología Aeronáutica. Las componentes medias de viento sobre todo en rutas de medio y largo alcance, el diseño de las pistas en los aeródromos, las temperaturas para la planificación y la de referencia de cada aeródromo precisan apoyo de la Estadística. El mayor problema suele estar en la laboriosa tarea de captar datos representativos.

Muchos problemas son complejos y precisan de ordenadores de gran capacidad. Los vectoriales se van imponiendo por resultar insuficientes los de anteriores generaciones. Las nuevas tecnologías en Meteorología han supuesto inversiones enormes, en parte sustentadas por las tasas por ayudas a la navegación. Consecuencia de ello los programas de trabajo se han orientado hacia lo que podía ofrecer los mejores y más espectaculares productos a corto plazo, es decir, mejoras en las predicciones. En nuestro Instituto Nacional de Meteorología, se han hecho importantes inversiones en sistemas de telecomunicaciones de alta velocidad, satélites meteorológicos de alta resolución, redes de radares de uso específico y equipos informáticos de muy alta capacidad de cálculo, asi como la integración en el Centro Europeo de Predicción a Plazo Medio. Mejora añadida ha sido el sistema McIdas, que integra operativamente imágenes de satélites y valores numéricos de la red aerológica.

El hecho de que se disponga hoy de unos medios tecnológicos sin precedentes no quiere decir ni mucho menos que se encuentren resueltos los grandes problemas de la Meteorología. Los actuales GCM que se ruedan en el Centro Europeo de Predicción y en otros acreditados no son todavía capaces de resolver el sistema de las seis ecuaciones de Bjerknes. No son modelos tridimensionales, sino multibidimensionales, es decir, se sigue rentabilizando a Rosby en espera de planteamientos más completos.

Hay además temas aeronáuticos que ofrecen puntos oscuros en cuya aclaración tiene mucho que decir la Matemática; buen ejemplo es la corriente en chorro. Pocos se atreverían a dar por acabado el problema de parametrizar la onda de montaña. Así como a escala sinóptica son espectaculares los avances, en la meso escala no se ha hecho más que empezar, como en microescala.

Cabe esperar que caminen la Meteorología y la Matemática juntas en el siglo XXI. Las operaciones de vuelo militares y civiles ganarán en seguridad, eficiencia y en economía. ■

La ingeniería de aeropuertos

Vicente Cudos Samblancat
Ingeniero Aeronáutico

Cada muy pocos años, la aviación civil y militar cambia de tal forma que exige un replanteamiento general de la misma, replanteamiento que, a veces, se realiza con grandes dificultades por la falta de adaptación de los hombres a una evolución tan rápida, por la inercia propia de las organizaciones y la penuria de las inversiones.

En la primera época de la aviación el problema era el avión y se comprende que esto fuera así: el llegar con seguridad y regularidad de una ciudad a otra ya era suficiente para los transportistas aéreos. La exigencia del avión en tierra era muy pequeña: modestos talleres de mantenimiento, etc., cumplían perfectamente los objetivos que se les asignaban.

Por otra parte, la novedad del avión incluso justificaba en aquella época el olvido de su más modesto entorno. El problema es que el atractivo del avión ha ido en aumento, pero quizá por la velocidad de la evolución mucha gente no se ha dado cuenta de que han ido todavía más en aumento los problemas del entorno del avión, hasta que han llegado a dispararse con la aparición del tráfico de masas.

En la actualidad se nos están apareciendo en tierra una serie de problemas derivados del crecimiento, que están bloqueando el desarrollo del transporte aéreo: la falta de medios financieros en los aeropuertos, los accesos a los mismos, el ruido sobre las comunidades, la congestión, los retrasos, la degeneración del medio ambiente, las huelgas, los secuestros, las inadecuadas organizaciones, la falta de profesionalización, la politización de cargos técnicos, el intrusismo, la codicia que despierta un negocio que mueve recursos ingentes, etc., no creo que nos permita presentar un panorama optimista en tiempos inmediatos.

EVOLUCION

Hasta hace muy pocos años, el problema del transporte aéreo estaba únicamente en el aire, pero desde la aparición del tráfico de masas y del



reactor, a pesar de que se vuela a más altura, el centro de gravedad de los problemas de tráfico aéreo se ha acercado más al suelo, exigiendo de los aeropuertos nuevos conceptos de ingeniería mucho más amplios e imaginativos.

En efecto, puede observarse que la ingeniería aeroportuaria en su más amplio sentido, está experimentando desde hace unos años una gran evolución controlada por cinco factores.

El primer factor es el **incremento de la tecnificación**, ya que la tecnificación es la única esperanza de dar servicio y rentabilidad al mismo tiempo. Hablar de tecnificación no es referirse a la técnica de la construcción sino a la del diseño aeroportuario, ingeniería interdisciplinaria que con tanto ardor han defendido las organizaciones aeronáuticas.

El segundo factor es la **formación y profesionalización del personal**, factor que no siempre se acomete con la energía necesaria, lo cual puede hacer que se anulen las ventajas de la tecnificación.

Además, el transporte aéreo por su atractivo, su modernidad y otra serie de cualidades que lo hacen muy deseado, atrae a gran cantidad de profesionales de otros sectores que, si bien aportan un punto de vista diferente, a veces extrapolan conceptos intentando generalizarlos al campo aeroportuario, olvidando muchas veces la base primaria y razón de ser del transporte aéreo, que son los pasajeros, mercancías, aviones y el aeropuerto que les sirve.

La profesionalización está muy relacionada **con el conocimiento de la operación** y no se desarrollará una buena ingeniería aeroportuaria si se desconoce la operación.

El gran pensador de la aviación y de los aeropuertos Pierre Cott, dijo: *En los aeropuertos la técnica y la explotación, son dominios de actividad única, regidos por una mente empresarial.*

El tercer factor es la **diversificación de los tipos de instalaciones y equipos**, ya que los servicios al nuevo transporte y a los aviones gigantes, así como las necesidades comerciales hacen que el transporte aéreo esté englobando, dentro de su esfera, instalaciones que se consideraban atípicas del mismo, como pudieran ser los terminales de carga mecanizados o automatizados, los equipos de handling y manutención en tierra y equipos electrónicos que hace muy pocos años todavía se consideraban sueños futuristas. Se da entrada de una forma definitiva a la ingeniería de tráfico y se hace que la ingeniería de aeropuertos deje de ser una parcela de la ingeniería civil o de la arquitectura, ocupando su lugar con una pujanza extraordinaria la ingeniería de sistemas, ingeniería que a su vez se apoya en la ingeniería de métodos, la ingeniería de manutención, la de instalaciones, la electrónica y las dos auxiliares del sistema ya citadas, como son la ingeniería civil y la arquitectura.

La diversificación de los tipos de instalaciones y equipos obligada por el nuevo transporte, hace que ya el aeropuerto no sea la pista de vuelo, sino que el aeropuerto son los servicios y la tendencia del tráfico y los aviones cada día lo confirman más.

El cuarto factor es la necesidad de **adaptar los diseños y los sistemas organizativos de los Aeropuertos** para mejorar y agilizar el tráfico y la gestión. La necesidad de diseñar estaciones terminales que cada vez sean más servicio y menos monumento. La evidente necesidad de crear sociedades especializadas, dada la importancia de algunos problemas que merecen un tratamiento especial, como el campo de la ingeniería aeroportuaria, el del handling, el de la carga aérea, el del mantenimiento, el de catering y el del entretenimiento.

El quinto factor es el **aumento de las inversiones para conseguir módulos rentables**, factor muy temido en los países en vías de desarrollo, ya que por la falta de medios financieros, no hay más remedio que hacer una selección previa de inversiones estudiada dentro de un sistema global del transporte del país.

CAMPOS DE ACTUACION

En la figura 1 hemos representado el sistema general aeroportuario, donde actúa la ingeniería de aeropuertos, que comprende desde el espacio

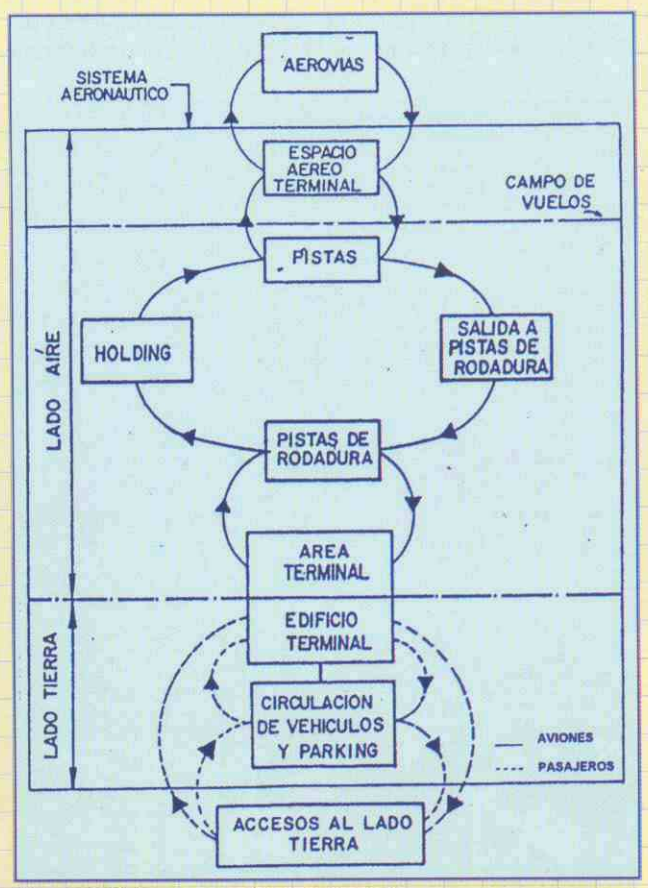


Figura 1. Sistema general aeroportuario.

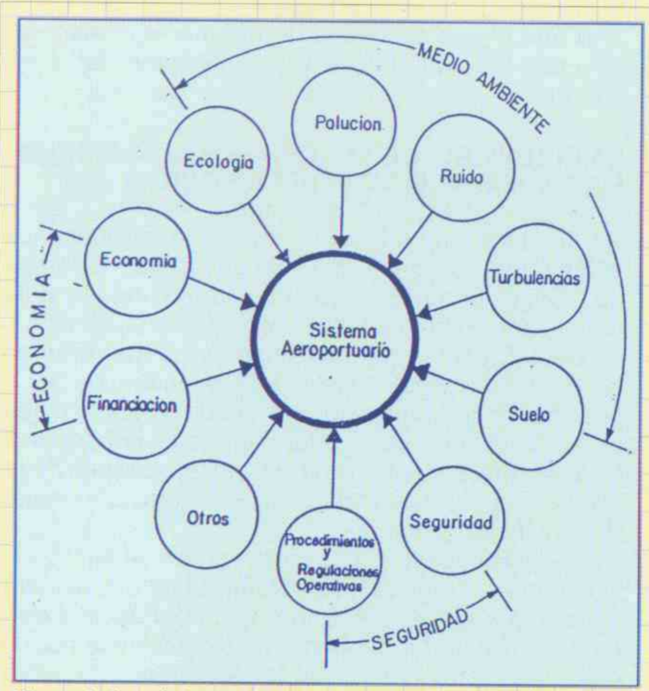


Figura 2. Restricciones sistema aeroportuario.

aéreo terminal, en donde los aviones procedentes de distintas rutas inician la aproximación hasta el acceso a la ciudad, todo ello dividido en dos sectores fundamentales: lado aire y lado ciudad.

Una característica procedente de la amplitud del campo de actuación, es la necesidad de gestionar grandes proyectos interdisciplinarios, lo que exige una preparación adecuada.

LAS RESTRICCIONES

El crecimiento constante de la demanda ha llevado a algunos aeropuertos a la congestión de los mismos, especialmente a los que sirven a las grandes áreas urbanas. Se espera que la demanda continúe y por lo tanto el sistema aeroportuario debe prepararse para aceptarla. El problema es encontrar la solución mejor y cuál es la que aceptaría mejor el público respecto al ruido, polución, etc...

Las ampliaciones de los aeropuertos y bases aéreas suelen ser impopulares ante el gran público por el impacto que causan al medio ambiente y por el problema del ruido.

A la hora de planificar hay que considerar las numerosas restricciones que se presentan. Llamamos restricciones a una serie de condicionamientos que pueden modificar los estudios teóricos, y que se han dibujado esquemáticamente en la figura 2. Todas ellas deben ser consideradas en un proceso de planificación, aunque algunas de ellas tengan más importancia que otras.

Las restricciones pueden clasificarse en tres categorías generales: seguridad, medio ambiente y económicas y financieras.

Los constructores de aviones han colaborado a la mejora del sistema aeronáutico construyendo aviones menos ruidosos y de más capacidad, sin que por esto pueda considerarse resuelto el problema de las restricciones.

Algunos especialistas sintetizan estos problemas en la palabra **pain** (dolor, sufrimiento): la **p** de people. Demasiada gente en los aeropuertos; la **a** de access. Cada día es más difícil llegar a los aeropuertos; la **i** de income. Impuestos y tasas elevadas; la **n** de noise. Ruido.

Otros con las primeras letras del alfabeto: la **a** de accès; la **b** de bruit. Ruido; la **c** de congestión; la **d** de délais. Retraso. la **e** de environnement. Medio ambiente; la **f** de finances. Impuestos y tasas elevadas; la **g** de grèves. Huelgas; etc.

Con frecuencia todos estos problemas se magnifican porque se politizan, olvidándose que la mayor parte de los aeropuertos ya estaban allí y de las ventajas de todo tipo, especialmente económicas que los aeropuertos proporcionan a su entorno.

LA PLANIFICACION Y EL PROYECTO

La planificación del Sistema General Aeroportuario es de gran complejidad, por lo que requiere la colaboración de los grupos interesados en la misma. Esta es una condición esencial y por eso hemos dibujado en la figura 3 cuáles son los grupos a los que nos referimos.

Como el objetivo de la ingeniería aeroportuaria es proyectar y construir buenos aeropuertos, vamos a exponer qué es lo que los pasajeros de avión y las compañías aéreas entienden por un buen aeropuerto según encuestas realizadas por IATA. **Desde el punto de vista de los pasajeros**, se considera que un aeropuerto es bueno cuando:

1º. Tiene accesos fáciles y eficaces tanto por carretera como por ferrocarril.

2º. La distancia desde la acera de llegadas a la facturación es corta y no tiene cambios de nivel.

3º. La distancia a recorrer desde el avión hasta la sala de recogida de equipajes es corta.

4º. La distancia desde la Aduana (o sala de recogida de equipajes, si no hay aduana) hasta la acera de salidas o a la estación de ferrocarril es corta.

5º La arquitectura y la decoración del aeropuerto son agradables y relajantes.

6º. Las colas de pasajeros son pequeñas (sistema fluido).

7º Se cumplen los horarios de vuelo.

8º. El sistema de entrega de equipajes es rápido y existen suficientes carros (trolleys) de transporte de maletas para los pasajeros en la sala de recogidas de equipajes.

9º. La señalización es clara y concisa.

10º. Las salas VIP de pasajeros de primera clase, o bussines, sean atractivas y estén colocadas cerca de la puerta de embarque.

Desde el punto de vista de las compañías aéreas un aeropuerto se considera un buen aeropuerto cuando:

1º. El plan director optimiza las funciones principales del aeropuerto y permite una expansión fácil en el futuro.

2º. Que tenga unas buenas ayudas a la navegación, aproximación, aterrizaje y despegue.

3º. El sistema de pistas maximice la capacidad del aeropuerto y permita la expansión del estacionamiento y la terminal en el futuro.

4º. La disposición de pistas haga que la distancia a recorrer por los aviones sean cortas.

5º. El estacionamiento de aviones disponga de sistemas adecuados de handling fijo (hidrantes, corriente de 400 ciclos, etc...), y áreas bien ordenadas para realizar las operaciones de handling.

6º. El edificio terminal anteponga su carácter funcional a una pura exhibición arquitectónica.

7º. Las zonas de trabajo sean atractivas para los empleados de compañías aéreas.

8º. El edificio terminal de pasajeros disponga de un sistema eficaz de movimiento de equipajes.

9º. El edificio terminal de pasajeros permita que al menos un 90% de los mismos puedan embarcar y desembarcar mediante pasarelas móviles (fingers).

10º. El edificio terminal disponga de la mayor zona comercial posible pero sin interrumpir el tráfico de los pasajeros. A su vez los locales comerciales ayudarán a soportar las tasas del uso del aeropuerto, disminuyendo cargas a las compañías.

11º. Las tasas de uso del aeropuerto sean razonables.

12º. La autoridad del aeropuerto entienda el beneficio mutuo que se derive de trabajar en colaboración con los usuarios en la planificación del aeropuerto.

Figura 3. Grupos de planificación del sistema aeroportuario.

LA INGENIERIA DE AEROPUERTOS ES MUCHO MAS QUE UNA INGENIERIA DE OBRAS

Aunque no hemos hecho más que introducirnos muy superficialmente en conceptos modernos de la ingeniería de aeropuertos, vemos que la vieja denominación de “dirección, organización, sección... de obras”, con la que tanto tiempo se han referido las organizaciones estatales a la ingeniería de aeropuertos, hace tiempo que ha quedado pulverizada por un concepto más moderno de ingeniería de sistemas, que tiene como ingenierías auxiliares la electrónica, la electricidad, la mecánica, la ingeniería civil, la arquitectura, etc...

Al principio fue la pista, ahora son los servicios.

¿En qué se parece una plataforma de aviones antigua a una moderna? Sólo en su apariencia externa. Una plataforma moderna está constituida por un mundo e instalaciones subterráneas de handling, como los hidrantes, la corriente de 400 Hz., el aire acondicionado de suministro a los aviones, galerías complicadas para albergar los sistemas automatizados de transporte de equipajes, etc.

¿Y los edificios terminales son vulgares edificios como puede ser cualquier otra obra arquitectónica? Vamos a ver que no.

El terminal de pasajeros para los explotadores de aeropuertos no es sólo un edificio, esa es su apariencia externa; y así OACI, FAA, IATA, etc., consideran que el primer concepto que debe atribuirse a un terminal de pasajeros, es la de ser un elemento de transferencia de pasajeros y equipajes de un transporte aéreo a un transporte de superficie y viceversa con la máxima eficiencia posible.

Es mucho lo que se juegan los operadores como para considerar el edificio terminal como un diseño arquitectónico puro. Por la misma razón también podría considerarse una fábrica como un diseño arquitectónico puro. El número de fracasos que ha proporcionado esta forma de pensar es conocido en todo el mundo especializado y muy recientemente en España.

Los edificios terminales necesitan un diseño interdisciplinario, y como lo más importante es el correcto funcionamiento de los mismos y su perfecta conexión a la plataforma de aviones, resulta necesario que el director funcional del proyecto sea un especialista en aeropuertos y tráfico.

Asimismo, los pasajeros esperan encontrar en la terminal un entorno atractivo y confortable. Por tanto el edificio terminal deberá tener un agradable aspecto arquitectónico, huyendo de monumentalismos estructurales y arquitectónicos. IATA en su ADRM de 1995 y en su punto 3.2.4 dice textualmente: *toda consideración de apariencia estética, espacio para*



concesiones y otros espacios deberá subordinarse siempre a las necesidades del flujo y proceso de pasajeros. Los elementos estructurales deben proyectarse de forma que sea fácil la realización de modificaciones internas y expansiones futuras del terminal con la mínima interrupción de las labores de los operadores.

Antes de diseñar un edificio terminal hay que tener presente: el plan director del aeropuerto; los aviones en su aproximación al edificio terminal dentro de la plataforma; la forma de estacionamiento; el embarque y desembarque de pasajeros, equipajes, mercancías y correo; la composición del tráfico (nacional, internacional, charter,...); hora punta de pasajeros en cada instalación del terminal; tiempos de proceso por pasajeros en cada instalación del terminal; superficie necesaria por pasajero para el uso adecuado de cada instalación; el reaprovisionamiento de combustible; las operaciones de handling; la topografía del terreno, etc., y también analizar el concepto global de plataforma y edificio terminal, especialmente su lado aire, como un solo conjunto, que en el mundo de la Aviación se llama **el área terminal (Terminal Complex).**

Las pistas, ¿son carreteras rectas de escasa longitud y de 40 a 60 metros de anchura? Desde luego que no. De entrada su longitud, pendiente y características físicas dependen de los performances de los aviones y de los procedimientos operativos, fundamentalmente en despegue. También de la capacidad de carga y radio de acción, de la temperatura y la altitud del aeropuerto.

¿Es que un túnel de pruebas de motores de reacción es un edificio? Sólo su apariencia externa. En realidad es un equipo que exige un estudio aerotermodinámico con grandes sistemas de ecuaciones trascendentes.

¿Qué decir de las estaciones terminales de mercancías mecanizadas y automatizadas, de los sistemas de handling fijos o móviles, de los sistemas electrónicos de ayudas a la navegación, a la aproximación y aterrizaje, que por sí solos forman un mundo?

LA ENSEÑANZA

No puedo pasarme de los límites que se me imponen para la redacción de este artículo, pero ¿no sería interesante comentar la necesidad de analizar una posible reforma de la enseñanza universitaria de las ingenierías de aeropuertos, a medio camino entre la gestión de grandes proyectos, la ingeniería de operaciones de vuelo, la ingeniería de operaciones de tierra, la ingeniería electrónica, industrial y civil? Todo ello sin olvidar que ser ingeniero de aeropuertos y no conocer la operación es algo parecido a ser médico y no conocer el funcionamiento del cuerpo humano. ■

La navegación espacial

MANUEL BAUTISTA ARANDA
General Ingeniero Aeronáutico (R)



Fig. 1.- Vista aérea de la Estación ESA de Villafranca del Castillo.

La navegación espacial es seguramente el ejemplo más emblemático de aplicación de las matemáticas en el campo de la Astronáutica. El determinar la posición de un vehículo en el espacio, la trayectoria que sigue y las eventuales correcciones que haga falta introducir en ella, requieren normalmente cálculos bastante complejos.

Desde el primer momento, la Astronáutica hizo amplio uso de la Mecánica Celeste, desarrollada pacientemente por los astrónomos desde los tiempos de Kepler y Newton. Las leyes que rigen el movimiento de los vehículos espaciales (tanto si se trata de satélites terrestres, como de sondas interplanetarias) son las mismas que gobiernan el movimiento de las estrellas, de los planetas, de los cometas y de cualquier otro cuerpo celeste. La famosa ley de la gravitación universal de Newton, la que dice que los cuerpos se atraen en razón directa a sus masas e inversa al cuadrado de sus distancias, se aplica a cualquier cuerpo que se mueva en el espacio, sea grande o pequeño y sea natural o fabricado por el hombre.

Sin embargo, la navegación espacial presenta notables diferencias. En el caso de los astrónomos, al observar los cuerpos celestes tratan de calcular, con la mayor precisión posible, su trayectoria y sus movimientos. Pero en ningún momento figura en sus planes el modificar la trayectoria de estos cuerpos.

En cambio, en el caso de los vehículos espaciales, el introducir modificaciones en sus trayectorias suele ser una maniobra frecuente. La primera razón viene a



estar relacionada con el propio lanzamiento. Durante la preparación de esta fase, se calcula con toda precisión la órbita en que se desea situar al nuevo satélite, o la trayectoria que debe seguir, en el caso de sondas destinadas a la exploración de los planetas u otros cuerpos del Sistema Solar. Pero los sistemas actuales de lanzamiento, a pesar de los avances conseguidos en este campo, tienen una dispersión excesiva y, con demasiada frecuencia, las órbitas o trayectorias reales no coinciden exactamente con las previstas. Hay entonces que determinar cuál es la órbita real y qué diferencias presenta con respecto a la que teóricamente debía seguir. Y a partir de ello, se calculan las maniobras necesarias para corregir estos errores y se transmiten al vehículo espacial las órdenes oportunas, para que, en el instante prefijado, las ejecute con los sistemas de guiado y propulsión de a bordo.

Hay también otra diferencia entre la Astronomía y la Astronáutica, que afecta a los datos que se miden en cada caso y al tratamiento matemático necesario para calcular a partir de ellos las órbitas correspondientes. El instrumento básico de los astrónomos ha sido siempre el telescopio. Con él se mide la dirección (ascensión recta y declinación) en que se ven los objetos observados. Y a partir de estos datos de dirección se calculan las órbitas. Pero en la navegación espacial lo fundamental son las ondas radioeléctricas y los correspondientes equipos transmisores y receptores de tierra y de a bordo. Y las magnitudes que se miden con ellos no son direcciones, sino distancias y velocidades radiales, según veremos más adelante.

Al examinar la navegación de los vehículos espaciales, conviene distinguir entre los satélites, cuya distancia a la superficie terrestre se mide en centenares o millares de kilómetros, y las sondas destinadas a la exploración del Sistema Solar, cuyas distancias son normalmente de cientos de millones de kilómetros. Veamos cada uno de ellos.

CASO DE LOS SATÉLITES TERRESTRES

Las maniobras para la puesta en órbita de un satélite en torno a la Tierra son algo teóricamente muy simple. Sólo hay que elevarlo a una altura suficiente e imprimirle la velocidad necesaria para que quede en órbita. Sin embargo, la enorme cantidad de energía que requieren estas maniobras, hace que la fase del lanzamiento resulte especialmente delicada. De hecho, un 90 %, aproximadamente, de la masa total al despegue de un cohete lanzador corresponde al combustible necesario. La trayectoria a seguir, desde que se inicia el despegue hasta que el satélite queda en órbita, se calcula cuidadosamente para que necesite la mínima energía, amen de otras consideraciones, tales como que en ningún momento se excedan los valores admisibles de aceleración, presión dinámica, etc. Consecuencia de todo ello, es que la fase del lanzamiento se realiza siempre, incluso en los vuelos tripulados, de una forma totalmente automática, siguiendo las instrucciones cuidadosamente programadas en los ordenadores de a bordo.

Terminada la fase del lanzamiento, se procede a calcular la órbita inicial del satélite. Y este cálculo se actualiza periódicamente, para ir detectando, midiendo y eventualmente corrigiendo, las desviaciones que pueda experimentar dicha órbita, como consecuencia de las fuerzas perturbadoras que actúan sobre el satélite. Entre estas fuerzas cabe citar las debidas al achatamiento polar de la Tierra, a las anomalías locales del campo gravitatorio terrestre, a la atracción de la Luna y del Sol, a la presión de la radiación solar, al frenado producido en las altas capas de la atmósfera, a las corrientes inducidas por campo magnético terrestre, etc.

Los métodos que se utilizan habitualmente para determinar la órbita de los satélites se basan, como indicamos antes, en la medición de distancias y de velocidades radiales, aunque en casos especiales se recurre también a la navegación inercial, a la navegación astronómica y al empleo de los satélites GPS.

La distancia de un satélite a una estación terrena de seguimiento se obtiene a partir del tiempo de tránsito de las señales, que se propagan a la velocidad constante de 300.000 km/s. Desde tierra se envía al satélite una señal, adecuadamente modulada, que se recibe a bordo, se amplifica y se retransmite a tierra, en donde se mide el tiempo que ha tardado en este recorrido. La precisión conseguida depende de varios factores, pero puede ser del orden del metro. Si el satélite lleva instalados retroreflectores láser, es posible medir distancias con muy pocos centímetros de error.

La medida de la componente radial de la velocidad, es decir la velocidad con que el satélite se acerca, o se aleja, de la estación terrena, se calcula con ayuda del llamado efecto Doppler. Este efecto consiste en que si un transmisor emite una señal radio de frecuencia fija, la señal que recibe un receptor tiene esa misma frecuencia, siempre que la distancia entre ambos se mantenga constante; pero la frecuencia recibida será mayor que la transmitida, si el transmisor se acerca al receptor, y será menor, si se aleja. Y esta diferencia entre la frecuencia transmitida y la recibida es proporcional a la velocidad de alejamiento, o de acercamiento, lo que permite determinar esta última midiendo la diferencia citada. La precisión conseguida con este procedimiento es muy grande. Se pueden medir velocidades de decenas de miles de kilómetros por hora con error inferior a unos pocos metros por hora.

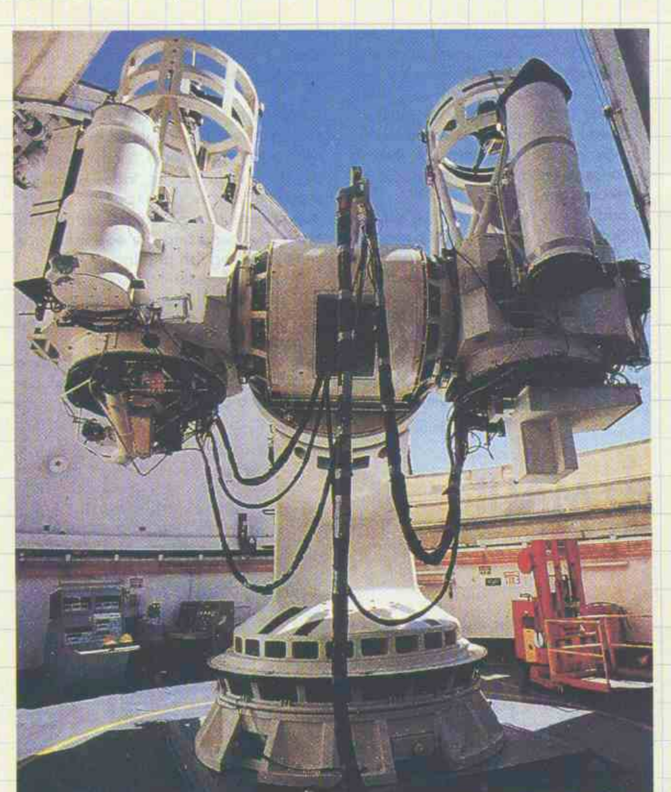


Fig. 2.- Telescopio de 1,2 m de abertura utilizado para detectar objetos pequeños en órbitas altas.

Los datos de distancia y velocidad radial obtenidos en las estaciones terrenas, entre las que está por ejemplo la de Villafranca del Castillo (Fig. 1), se transmiten al correspondiente centro de control de la red de estaciones, en donde, a partir de ellos, se procede a calcular los parámetros que definen la órbita del satélite. Cálculos que, si hubiera que hacerlos manualmente, como en el pasado los tenían que hacer los astrónomos, resultarían extremadamente laboriosos y lentos; pero que con el uso de potentes ordenadores, los resultados se obtienen con toda rapidez.

Consideración especial merecen los vuelos espaciales tripulados. Alguien pudiera pensar que, al haber un piloto a bordo, la nave podría maniobrar libremente en el espacio, en forma parecida a como lo puede hacer un avión en la atmósfera. Pero el que así piense está en un grave error. En primer lugar, el combustible disponible a bordo es siempre muy limitado y esto hace que las maniobras a realizar se limiten a las estrictamente necesarias. En segundo lugar, hay fases del vuelo en que las maniobras son tan críticas y complejas, como en el caso del lanzamiento antes citado, que el piloto difícilmente podría ejecutarlas. Y por último, las maniobras necesarias para conseguir un determinado fin no suelen ser nada intuitivas, deben ser las que indiquen los cálculos. Para comprender mejor este punto, voy a poner un ejemplo imaginario.

Supongamos que hay dos satélites situados en la misma órbita, pero distanciados entre sí unos 20 km, por ejemplo. Y que el que va detrás, que está tripulado, quiere acercarse al primero. La maniobra intuitiva normal sería la de meter motor para aumentar un poco su velocidad e irse acercando al otro satélite. Pero si hiciera esto, se llevaría una gran sorpresa, pues vería que el satélite, en vez de acercarse, modificaba su órbita, aumentaba su altura y se iba quedando más rezagado. Si en las ecuaciones que regulan el movimiento de su satélite hubiera introducido el empuje adicional proporcionado por el motor, hubiera visto que el resultado obtenido era justamente el que cabría esperar.

De lo anterior pudiera parecer que la función del piloto en una nave tripulada es mínima. Y esto tampoco es cierto. Hay maniobras en que su intervención es fundamental. Pongamos dos ejemplos concretos. Uno es el conjunto de maniobras, muy precisas y muy delicadas, que tenían que realizar los transbordadores espaciales americanos para acoplarse suavemente a la estación rusa MIR, y que tendrán que repetir cada vez que visiten la Estación Espacial Internacional. El otro ejemplo es la captura y reparación de grandes satélites en órbita, como ha sido el caso del telescopio es-

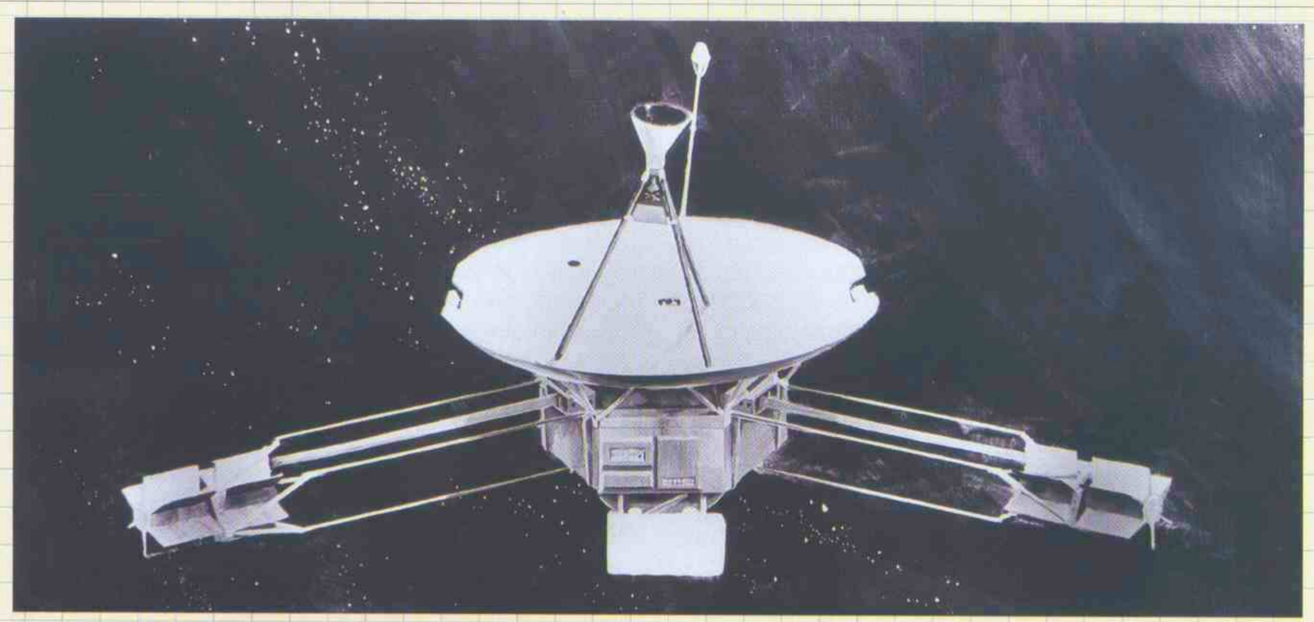


Fig. 3.- Vista general del Pioneer 10, que lleva 28 años de viaje y se encuentra actualmente a 11.000.000.000 km de la Tierra.

pacial Hubble. Son satélites extremadamente delicados y que cualquier maniobra un poco brusca, cualquier pequeño roce, bastaría para dejarlos fuera de servicio.

Un caso especial está constituido por los satélites que pudiéramos llamar no cooperativos. Me refiero a lo que vulgarmente se llama chatarra espacial, incluyendo en ella a los satélites que en su día tuvieron una determinada misión, pero que han dejado de funcionar y ya no se puede comunicar con ellos. En este momento hay catalogados más de 6.000 objetos con tamaño superior a 10 cm. Y el conocer las órbitas de todos ellos es muy importante, por el peligro que representan para los satélites que están en servicio. Ya en varias ocasiones los transbordadores espaciales han tenido que realizar maniobras evasivas, ante la predicción de que alguno de estos objetos iba a pasar peligrosamente cerca de ellos. Pero, al no ser cooperativos, al no disponer de un transpondedor a bordo, no se pueden aplicar los procedimientos de medida antes citados, hay que recurrir a otros distintos. Y estos son, la detección con radares especiales y el empleo de telescopios, que fotografían la posición de los satélites sobre el fondo de estrellas.

Las dimensiones mínimas de los objetos que son capaces de detectar estos sensores, dependen fundamentalmente de la altura de sus órbitas, aunque influyen otros factores, tales como su forma, el material de que estén hechos, su iluminación etc. Los radares son más eficaces para órbitas bajas, pueden detectar objetos de unos 10 cm hasta alturas de unos 2.000 km. A partir de unos 5.000 km, los sistemas ópticos son más adecuados. No obstante, para la órbita geoestacionaria (36.000 km de altura) es difícil detectar objetos de tamaño inferior a 1 m. En la figura 2 se muestra un telescopio de 1,2 m de abertura utilizado por los Estados Unidos para este fin.



Fig. 4.- Gigantesca antena parabólica de 70 m de diámetro de la Estación NASA de Robledo de Chavela.

NAVEGACION INTERPLANETARIA

En el caso de los satélites la fuerza dominante que actúa sobre ellos es el campo gravitatorio terrestre. En el caso de los vehículos espaciales destinados a la exploración de los distintos cuerpos del Sistema Solar (planetas, satélites, asteroides, cometas o el propio Sol) la situación es más compleja. La gravedad terrestre predomina en los momentos iniciales. Pero, a medida que el vehículo espacial se va alejando, hay que ir teniendo en cuenta el campo gravitatorio del Sol, que acaba siendo el dominante durante la mayor parte del viaje. Hasta que el vehículo se aproxima a su destino y empieza a tener un efecto cada vez mayor la atracción del planeta al que se acerca.

Todo ello complica sin duda los cálculos necesarios para la correcta navegación.

Los grandes éxitos que se han obtenido en la exploración del Sistema Solar se han debido en gran parte a los avances en el campo de la navegación, que han permitido que los vehículos espaciales llegasen a sus correspondientes destinos con una precisión extraordinaria. A título de ejemplo, vamos a citar el caso concreto del Voyager 2. El 25 de agosto de 1989, después de 12 años de viaje y de haber recorrido más de 7.000 millones de kilómetros, pasó sobre el polo norte del planeta Neptuno, a una altura de 4.898 km sobre la capa superior de nubes y con una desviación de tan sólo 4,8 km en altura y 33,8 km en horizontal, con respecto al punto ideal previsto por los controladores del vehículo. Y el hecho es todavía más notable, si se tiene en cuenta que el Voyager 2 había pasado antes cerca de Júpiter, Saturno y Urano, habiendo experimentado en cada uno de estos pasos violentos cambios en la magnitud y dirección de su velocidad, debido a la fuerte atracción de estos planetas.

Los sistemas de lanzamiento disponibles no permiten, ni remotamente, situar al vehículo espacial en una trayectoria que le lleve a su destino con semejante precisión. Hay que instalar a bordo algún sistema de propulsión para que, de acuerdo con las órdenes transmitidas desde tierra, se puedan ir corrigiendo los pequeños errores que se vayan detectando a lo largo del viaje.

Los datos a partir de los cuales se calculan las trayectorias de estos vehículos interplanetarios son básicamente los que hemos citado anteriormante, es decir, las medidas de distancia y de la componente radial de la velocidad. Pero la situación se complica bastante, por el hecho de que hay que mantener el contacto radioeléctrico con vehículos que están a distancias de muchos millones de kilómetros. La intensidad de las señales que se reciben se va debilitando con gran rapidez, a medida que se alejan de la Tierra. Se van debilitando con el cuadrado de la distancia. Para que nos hagamos una idea de lo que esto significa, las señales recibidas desde un vehículo espacial que se encuentre a 100 millones de kilómetros de la Tierra son 40.000.000.000 de veces más débiles que las que se recibirían si este mismo vehículo estuviera en órbita terrestre a 500 kilómetros de altura.

Como solución inmediata podría pensarse en utilizar a bordo transmisores más potentes. Pero aumentar la potencia del transmisor lleva consigo aumentar su peso y su consumo de energía eléctrica, lo que a su vez se traduce también en más peso para producirla. Y el peso es algo que hay que mantener al mínimo en cualquier vehículo espacial. Resultado de todo ello es que las potencias utilizadas en los transmisores de a bordo son muy pequeñas, increíblemente pequeñas.

El ejemplo más espectacular es el del Pioneer 10 (Fig. 3), el primer vehículo que pasó junto a Júpiter (1973), el primero que cruzó la órbita de Neptuno (1983) y que se acabará escapando del Sistema Solar. Con un transmisor de tan sólo ¡¡ 8 vatios !! de potencia todavía (febrero 2000) se siguen recibiendo sus señales, desde una distancia de 11.000 millones de kilómetros. Señales que, propagándose a la velocidad de la luz, tardan 10 horas y 15 minutos en llegar a la Tierra.

Semejantes comunicaciones son posibles gracias al empleo de antenas directivas a bordo. Pero sobre todo, por la utilización en las estaciones terrenas de enormes antenas parabólicas, de receptores de muy bajo nivel de ruido, de códigos especiales para tratamiento de la señal recibida y de otras medidas destinadas a que las débiles señales recibidas no se pierdan en el ruido de fondo. Una de estas antenas se muestra en la figura 4. Es la gran antena parabólica de 70 m de diámetro de la Estación de Robledo.

El tiempo de transito de las señales a tierra es un factor a tener en cuenta en todo el proceso de la navegación interplanetaria. Desde un planeta cercano como Marte las señales tardan en llegar entre 3 y 22 minutos, según la posición relativa de este planeta con respecto a la Tierra. Pero es que este tiempo de tránsito se eleva a 43 minutos, como término medio, en el caso de Júpiter. Y a 1 hora y 19 minutos, en el caso de Saturno. Lo que tiene fuertes implicaciones en la programación de la fase final del viaje. Si el objetivo es, por ejemplo, que el vehículo espacial se ponga en órbita alrededor de un planeta, las maniobras finales, que son especialmente críticas, no se pueden controlar en directo desde tierra. Porque, caso de que surgiese en esta fase algún problema imprevisto, hasta que se tuviera noticia de él en tierra, se transmitiesen las medidas correctoras necesarias y éstas se recibiesen a bordo, el tiempo total transcurrido sería inaceptablemente largo. Ello obliga a asumir un cierto riesgo y que las maniobras finales se realicen de forma totalmente automática, de acuerdo con las instrucciones previamente enviadas y almacenadas en los ordenadores de a bordo.

Aunque las mediciones de velocidad y de distancia son la base de la navegación interplanetaria, también se recurre a otros procedimientos, que en ciertos casos pueden aportar una ayuda interesante. Uno de ellos es el empleo de las imágenes tomadas con las cámaras del propio vehículo espacial, que sitúan el objetivo hacia el que se dirige sobre un fondo de estrellas, cuyas posiciones son bien conocidas.

Como ejemplo de aplicación de este método, podemos citar el caso del vehículo espacial Galileo, que, camino de Júpiter, su destino principal, pasó junto al asteroide Gaspra, el 29 de octubre de 1991. Era la primera vez en la historia que se iba a fotografiar de cerca un asteroide. Pero sus efemérides no se conocían con precisión, porque en el pasado este asteroide no había ofrecido suficiente interés como para que los astrónomos se concentrasen en su estudio. El resultado de ello es que los datos disponibles sobre su posición en el espacio adolecían de un margen de error excesivo y no permitían asegurar que el Galileo fuese a pasar a la distancia adecuada, ni que pudiese orientar correctamente su cámara fotográfica durante los breves instantes en que iba a estar cerca del Gaspra. Con objeto de

conocer con más precisión la posición relativa de ambos cuerpos, se llevaron a cabo 4 sesiones fotográficas, que tuvieron lugar 53, 31, 16 y 8 días, respectivamente, antes del encuentro. La información así obtenida permitió corregir ligeramente la trayectoria del Galileo y que pudiese cumplir correctamente su cometido.

Una posibilidad que cada vez se emplea con más frecuencia en la navegación interplanetaria, con resultados a veces espectaculares, es la llamada ayuda gravitatoria. Consiste en esencia en aprovechar la perturbación que el campo gravitatorio de un cuerpo celeste (normalmente un planeta grande) ejerce sobre la trayectoria de un vehículo espacial que pase por sus proximidades, como ayuda para que éste pueda llegar a su destino. Teóricamente se sabía desde hacía mucho tiempo que esta ayuda gravitatoria era posible y útil. De hecho, los astrónomos habían observado en repetidas ocasiones cómo los cometas que pasaban cerca de Júpiter eran desviados y en qué medida este paso modificaba su órbita inicial. Pero su aplicación en los viajes interplanetarios presentaba una grave dificultad. Y es que la navegación del vehículo debía ser extremadamente precisa para poder sacar provecho de ella. Si el paso, al llegar a la mínima distancia del planeta auxiliar, no se hacía por el punto teóricamente calculado, con un margen de tolerancias bastante pequeñas, el resultado no sería el deseado, e incluso podía llegar a ser negativo.

La primera vez que se hizo uso de esta posibilidad fue en 1973 con el Mariner 10 (Fig. 5), cuya misión era explorar el planeta Mercurio. Pero el lanzador utilizado, un Atlas-Centaur, no tenía potencia suficiente para ello. Y se recurrió al artificio de que pasase antes junto a Venus y se aprovechase su ayuda gravitatoria. El resultado de este experimento fue tan satisfactorio, que desde entonces ha pasado a ser una "herramienta" frecuente en los vuelos interplanetarios. Su aplicación más conocida tuvo lugar con el ya citado Voyager 2, que exploró sucesivamente Júpiter, Saturno, Urano y Neptuno, aprovechando el impulso gravitatorio que recibía al pasar junto a cada uno de estos planetas, como ayuda para llegar al siguiente. Y, además, consiguió con ello llegar a Neptuno en tan sólo 12 años, en lugar de los 30 años que hubiera sido la duración normal en un lanzamiento directo a este planeta.

Cuando el planeta auxiliar queda en el camino que tiene que seguir el vehículo espacial para llegar a su destino, o, por lo menos, si la desviación a efectuar para pasar junto a él es relativamente pequeña, intuitivamente se entiende que este procedimiento pueda ser eficaz. Pero es que hay casos en que la desviación es enorme. Casos que serían inaceptables, si los cálculos matemáticos no nos mostrasen claramente que eran ventajosos.

Fig. 5.- Aspecto del Mariner 10, el único vehículo que ha explorado el planeta Mercurio.

El ejemplo más llamativo es, sin duda, el del vehículo ESA-NASA Ulysses, lanzado en 1990 y destinado a estudiar las regiones polares del Sol. Hasta ese momento, todos los vehículos espaciales que habían observado al Sol lo habían hecho desde órbitas cercanas al plano de la Eclíptica, con lo que sus observaciones se concentraban básicamente en las zonas próximas al Ecuador solar y suministraban poca información de lo que ocurría en las zonas polares. Pero el lanzamiento directo del Ulysses para que sobrevolase las regiones polares del Sol requería tal cantidad de energía, que no había ningún lanzador con potencia suficiente para conseguirlo. En vista de ello, se eligió una trayectoria, que a primera vista era totalmente disparatada, pero que los cálculos mostraban sin lugar a dudas que requería mucha menos energía. Y de acuerdo con la trayectoria elegida, en vez de lanzar el Ulysses hacia el Sol, que está a unos 150 millones de kilómetros de distancia, se lanzó hacia Júpiter, que está en sentido contrario y a unos 775 millones de kilómetros de la Tierra. Pero la atracción gravitatoria de Júpiter tuvo el efecto calculado y el Ulysses está cumpliendo perfectamente su misión.

Y para terminar, creo que a lo largo de estas líneas ha quedado muy claro que sin las matemáticas, sin los complejos cálculos necesarios para el estudio de las trayectorias mas adecuadas en cada lanzamiento, la navegación espacial sería totalmente imposible. ■



Ceremonia de expansión del Grupo Aéreo Europeo

Luis A. Ruiz Nogal
Comandante de Aviación

Durante la Guerra del Golfo las Fuerzas Aéreas británica (RAF) y francesa (FAF) trabajaron de forma conjunta en una amplia gama de actividades, hecho éste que se repitió en las misiones aéreas llevadas a cabo en apoyo de las operaciones de la ONU en la antigua Yugoslavia. Las lecciones extraídas por ambas Fuerzas Aéreas les hicieron reflexionar sobre la necesidad de crear una organización con la finalidad de incrementar su cooperación e interoperabilidad. Así, en la cumbre franco-británica celebrada en Chartres el 18



RESUMEN DEL DISCURSO DEL DIRECTOR DEL GRUPO AÉREO EUROPEO, GENERAL (FAF) JEAN-GEORGES BRÉVOT

El General Brévot inició su discurso resaltando el significativo crecimiento del EAG en los dos últimos años, que tiene su reflejo en su balance de actividades, ya sea en lo referente a acuerdos técnicos o en la esponsorización de intercambios y ejercicios. Así, y entre otros acuerdos, se ha completado un acuerdo de entrenamiento de defensa aérea –EUROFIGHT– que será firmado en la próxima reunión del Steering Group a celebrar en junio en Madrid, igualmente un acuerdo de intercambio de servicios de transporte aéreo y reabastecimiento en vuelo –ATARES– se encuentra en su proceso final de elaboración. Por otro lado, se han emprendido distintos proyectos y estudios relativos al transporte aéreo militar europeo, Combat Search and Rescue (CSAR), procedimientos de control de tráfico aéreo, sistemas de comunicación, defensa aérea basada en tierra (GBAD) o sistema autónomo de instrumentación para maniobras de combate aéreo (AACMI).

Continuó el General Brévot señalando que *se estan llevando a cabo reformas en nuestras Fuerzas Aéreas al objeto de poder cubrir el amplio espectro de posibles misiones, intentando minimizar el desequilibrio tecnológico entre Europa y Estados Unidos, y todo ello en una dinámica de reducción de gastos de defensa, a la vez que de incremento de los costes de las adquisiciones. En estas condiciones, la única posible alternativa es unir nuestras fuerzas e incrementar la interoperabilidad entre las mismas, pues si bien podemos tener sistemas distintos al menos estos han de ser compatibles e interoperables. Pero, más importante aún es la interoperabilidad del cerebro humano, siendo el conocimento y entendimiento las claves en este aspecto.*

El Director subrayó que el Grupo Aéreo Europeo contribuye a la Identidad Europea de Seguridad y Defensa, fortaleciendo así el pilar europeo de la OTAN; y definió el EAG como *una organización pequeña pero eficiente, que trabaja para dar respuesta a los retos apuntados. El EAG fué diseñado para ser una herramienta flexible y adaptable, y tiene todo el potencial para ser una instrumento eficaz en manos de las naciones miembros para poder lograr más con menos. La ampliación no ha de hacer perder estas señas originales de identidad, esforzandonos por evitar burocracia innecesaria si queremos mantener e incrementar nuestra efectividad.*

Para finalizar su alocución el General Brévot comunicó a los presentes que pronto abandonará –finales del próximo mes de mayo– el sevicio activo en l'Armée de l'air, lo cual conllevará su cese como Director del EAG, cargo que ha sido para él un honor y un privilegio desempeñar.

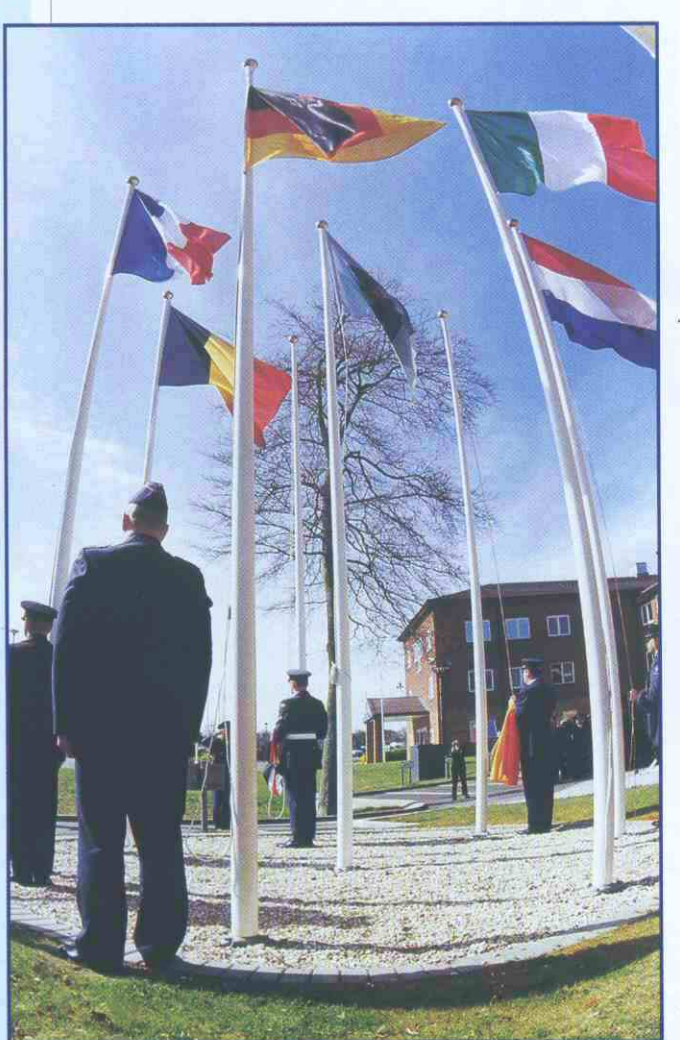
RESUMEN DEL DISCURSO DEL COMANDANTE EN JEFE DE LA REAL FUERZA AÉREA HOLANDESA, GENERAL DICK BERLIJN

El general Berlijn hizo uso de la palabra en nombre de las siete naciones miembros, resaltando el hecho de que la propia ceremonia de expansión ponía de manifiesto la amistad y buenas relaciones entre las más importantes Fuerzas Aéreas europeas, así como su deseo de fortalecer aún más estos vínculos, máxime teniendo en cuenta que en el futuro las operaciones tendrán un carácter multinacional, lo cual exige un elevado grado de cooperación entre nuestras Fuerzas Aéreas. En este sentido, señaló: *parte de este trabajo* (refiriéndose a la cooperación) *lo realiza en buena medida la OTAN; ahora bien, teniendo presente la Iniciativa Europea de Seguridad y Defensa, así como la Iniciativa de Capacidad de Defensa, nosotros -europeos- debemos impulsar estrechos lazos de unión entre nuestras Fuerzas Aéreas. Sólo así será posible generar un Poder Aéreo Europeo -en todo su peso y extensión- capaz de jugar un papel creíble en la futura Alianza.* Refiriéndose a las relaciones OTAN-EAG el general enfatizó: *EAG es una organización singular que no pretende competir o reemplazar a la OTAN, sino simplemente complementarla. Esta es la esencia del EAG y por ello debemos procurar no hacer del mismo una copia de la OTAN;* apuntando a continuación: *el EAG ha de ser reconocido como una organización eficaz, por lo que, y consecuentemente, debemos evitar todo tipo de prácticas burocráticas, asegurando que la organización mantiene su pragmatismo.*

Fomentar e incrementar la interoperabilidad entre las Fuerzas Aéreas miembros es la razón de ser del EAG -manifestó el general Berlijn-, y esto queda reflejado en sus actividades; entre las que mencionó el acuerdo de intercambio de servicios de transporte aéreo y reabastecimiento en vuelo (ATARES) y el estudio sobre el transporte aéreo militar europeo. Este estudio, en opinión del general, *es considerado por diversas autoridades civiles y militares como un test para el Grupo Aéreo Europeo.* De cara al futuro mostró su convencimiento de que los próximos años supondrán la estabilización del EAG y la consolidación de sus actividades.

El general Berlijn cerró su intervención agradeciendo al general Brevot -bajo cuyo mandato como director se ha materializado la expansión- su entusiasmo y compromiso con el Grupo Aéreo Europeo, deseándole toda clase de fortunas en esta nueva etapa de su vida.

de noviembre de 1994 se decidió la creación del Grupo Aéreo Europeo Franco-Británico (Franco-British European Air Group-FBEAG), previendo ya desde aquel entonces la posibilidad de que otras Fuerzas Aéreas europeas se uniesen a este proyecto, de ahí la inclusión de la palabra "Europeo" en su denominación. El FBEAG empezó a rodar en junio de 1995, siendo formalmente inaugurado el 30 de octubre del mismo año por el presidente francés, Jacques Chirac, y el primer ministro británico, John Major.



En 1997 Alemania e Italia, y posteriormente Bélgica, Holanda y España, fueron invitadas a unirse al Grupo como "miembros corresponsales" con estatuto de observador, paso previo a la adhesión como miembros de pleno derecho. Antes de que esto se produjese la organzación pasó a denominarse Grupo Aéreo Europeo (European Air Group – EAG) y el documento constitutivo, Acuerdo Intergubernamental, fue modificado adecuadamente por las naciones fundadoras. En Julio 1998 Italia manifestó su deseo de ser miembro pleno y un año más tarde lo hicieron las otras cuatro naciones. Durante el segundo semestre de 1999 los nuevos miembros enviaron representantes al Estado Mayor del EAG, completándose de esta forma la ampliación.

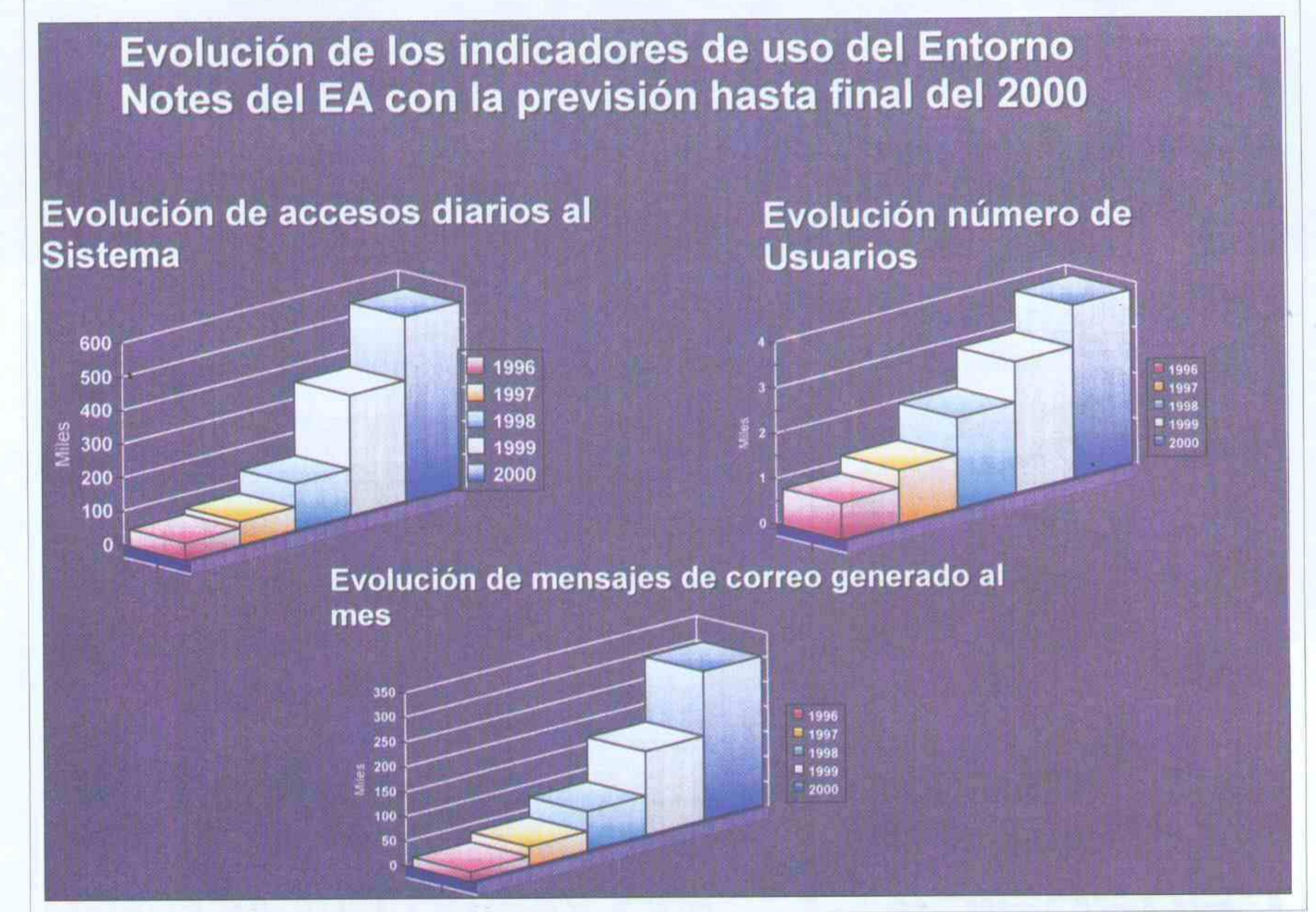
El pasado día 19 de abril tuvo lugar la ceremonia oficial de expansión del Grupo Aéreo Europeo en su Cuartel General en RAF High Wycombe. A este evento asistieron altos representantes de las siete Fuerzas Aéreas miembros, estando el Ejército del Aire representado por el General Jefe del Mando Aéreo de Combate, Jeronimo Domínguez Palacín. La ceremonia consistió –básicamente– en el izado de cada una de las banderas de las naciones miembros en los mástiles situados en la entrada del Cuartel General del EAG, mientras eran interpretados los respectivos himnos nacionales. Asimismo, durante el acto fueron pronunciados sendos discursos por el Director del EAG y Comandante en Jefe del *Commandement de la défense aérienne et des opérations aériennes* (CDAOA), General Jean-Georges Brévot y por el Comandante en Jefe de la Real Fuerza Aérea Holandesa, General Dick Berlijn, como más caracterizado de los altos representantes de las Fuerzas Aéreas miembros asistentes ■

Intranet del Ejército del Aire: hacia la construcción del entorno corporativo

EDUARDO GARCIA JULIAN
Comandante de Aviación

Desde la instalación de las primeras redes de área local por parte de la Dirección de Servicios Técnicos en las diferentes unidades del Ejército del Aire, allá por el año 93, conjuntamente con las primeras experiencias en la utilización de software de trabajo en grupo, hasta la fecha de hoy, muchas cosas han evolucionado entorno a ese primer germen de la plataforma tecnológica de la que se dispone en la actualidad.

En este momento, el Ejército del Aire cuenta con una Intranet que no es necesario dar a conocer a nadie dentro de la Organización, dado que es por sí misma una referencia para cualquier usuario tipo dentro de la diversidad de funciones que se desempeñan en el entorno de gestión de nuestro Ejército. Prueba de ello son los indicadores con los que contamos en la actualidad en lo relativo al grado de utilización que se hace a diario de los recursos disponibles: existen más de 3.400 usuarios accediendo a las más de 80 aplicaciones desarrolladas en el entorno Lotus Notes, hay cerca de 400.000 accesos diarios al Sistema desde los diferentes rincones de la Organización y todo ello desde un incremento de uso anual que podría compararse, en términos relativos, al que en el mundo está teniendo lugar con el fenómeno Internet: más usuarios, más aplicaciones,



más accesos, más tráfico y lo que es más importante: más demanda de servicios por parte de los usuarios a todos los niveles, lo que demuestra que la cultura corporativa que existe alrededor de este fenómeno se sitúa en cotas muy elevadas, lo cual dice mucho a favor de la tendencia a adoptar nuevas tecnologías en los entornos habituales de gestión en el Ejército del Aire.

El grado de implantación de la red de área amplia (red de redes) del Ejército del Aire, superior al 90% de los usuarios potenciales que pueden acceder a la misma, permite en la actualidad acometer proyectos de mecanización de sistemas en el entorno de aplicaciones de gestión documental, o de flujo de trabajo, de carácter departamental y genéricas de la Organización en su conjunto, con una potencia que no era planteable hace tan solo 4 años. De hecho, cada año se realizan más de diez nuevos desarrollos, de mayor o menor dimensión, que entran en producción dentro del entorno Notes y que vienen a sustituir procedimientos tradicionales basados en papel que ven de esta manera agilizada su gestión y optimizado su rendimiento general.

La aceptación que han demostrado los usuarios sobre este nuevo ambiente de trabajo permite plantear ahora la evolución de nuestra intranet hacia nuevos servicios y hacia una unificación en cuanto a la manera de acceder a ella que permitirá una mayor potencia e interactividad entre personas e información corporativa, lo cual ha de traducirse en una mejora general de la gestión de todos aquellos procesos involucrados. Ese es el reto que se plantea en este momento y el proyecto en el que la Dirección de Servicios Técnicos concentra gran cantidad de sus esfuerzos en la actualidad, consciente de que si no buceamos en ese área de la tecnología ahora, el tiempo nos obligará a hacerlo más tarde pero con la desventaja de no haber preparado a tiempo los recursos informáticos de que disponemos ni los resortes que preparen a la Organización para ello.

DISEÑANDO EL PORTAL CORPORATIVO

Una de las tendencias actuales en lo que se refiere a los entornos Intranet-Internet está centrada en la construcción y diseño de "portales" que facilitan la navegación de los usuarios dentro de un espacio para el cual han sido previamente certificados dentro de una organización concreta, o , en el caso de Internet, portales que basan sus servicios en una agrupación de herramientas como buscadores, comercio electrónico, foros de discusión, noticias etc, dentro de una "cascara" comercial particular. El primero de los supuestos es precisamente el que nos incumbe como Institución y para el que ya existe una "masa crítica" de datos corporativos y usuarios potenciales suficientes para poder operar.

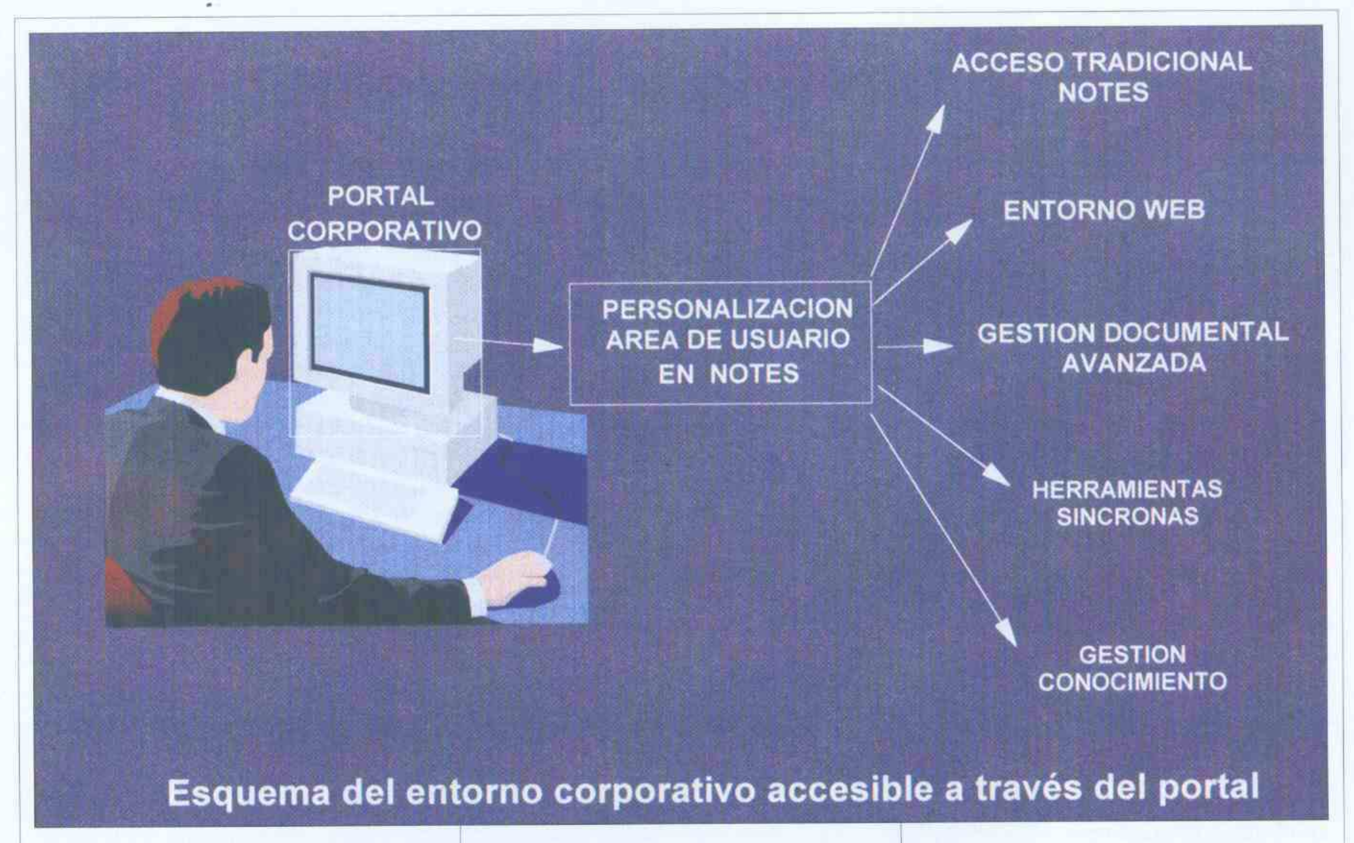


En este momento, dentro de las dos facetas fundamentales de los servicios que la red Notes del Ejército del Aire proporciona a sus usuarios (Aplicaciones de gestión documental y Procesos de flujo de trabajo) existen más de 80 aplicaciones en producción desarrolladas por la sección de Informática de la dirección de Servicios Técnicos. Todas ellas contienen más de 150 Gigabytes de información en línea que es consultada por más de 3300 usuarios, almacenándose en la red más de 10 millones de documentos. Dependiendo de los niveles de acceso de los diferentes usuarios existe la posibilidad de consultar diferentes bases de datos e incluso de editar y actualizar algunas de ellas. En este momento, la manera de acceder está centrada en la utilización del software cliente Notes en los puestos de trabajo de cada usuario, pero la próxima puesta en marcha del portal permitirá tambien la difusión de contenidos corporativos no clasificados de manera libre mediante el uso de navegadores estándar del mercado tales como Netscape o Explorer.

Aparte de la mejor clasificación de las diferentes zonas de consulta de aquellos datos que ya están disponibles en la red, el portal aportará nuevos servicios en áreas en las que la tecnología Internet/Intranet está demostrando su presencia en la actualidad. Estas nuevas áreas tendrán, para el Ejército del Aire, su concreción en los puntos que a continuación se desarrollan:

PERSONALIZACION DEL AREA DE USUARIO

El acceso que en la actualidad proporciona Notes al usuario del Ejército del Aire está basado en la Lista de Control de Acceso que existe para cada aplicación. Ello permite que ciertos usuarios puedan acceder a ciertos datos en función de su responsabilidad en el cargo que ocupan o en el departamento en el que prestan sus servicios. Muchas de las aplicaciones existentes son de acceso general para el colectivo de usuarios Notes pero muchas otras restringen los accesos segun el cargo. En este momento cada usuario dispone de una serie de iconos que le dan acceso a cada una de las aplicaciones para las que tiene privilegios de lectura o superiores, pero ese entorno no dispone del dinamismo propio de una interfaz como la que pretendemos conseguir. El portal que se está desarrollando permitirá identificar al usuario que se conecta y "preparar" un entorno gráfico personalizado a sus niveles de acceso de manera que, cada vez que haya cambios o nuevas a aplicaciones a disposición de ese usuario, su pantalla de entrada lo reflejará permitiendo tener al dia no solamente los datos, tal y como en la actualidad ocurre, sino la



Esquema del entorno corporativo accesible a través del portal

configuración del ambiente con el que cada uno puede interactuar. Con ello se conseguirá un mayor dinamismo en la difusión de la estructura disponible para cada entorno de trabajo.

INTRODUCCION DE HERRAMIENTAS SINCRONAS

Todos los usuarios de la red del Ejército del Aire saben que los datos que contienen las aplicaciones a las que tienen acceso cambian, se actualizan o se eliminan cuando es necesario, y que todo ello se replica a cada servidor del Ejército del Aire con la frecuencia necesaria dotando al conjunto de la red de una coherencia en cuanto a los datos mediante el proceso de réplicas establecido. Todo ello se realiza de manera asíncrona, no es necesario una frecuencia en tiempo real para interactuar con la información que se gestiona en esta red, 100% de gestión. Los servidores que almacenan los datos sincronizan su información varias veces al día, las suficientes para que este sistema sea racionalmente operativo. Sin embargo, es posible en la actualidad introducir herramientas complementarias a Notes que serán accesibles a través del portal y que darán la opción de accesos en tiempo real a los servicios que no pueden funcionar de otra manera, es el caso de la comunicación on-line entre usuarios , la posibildad de que puedan consultarse los usuarios que estan conectados en ese momento, pudiendose intercambiar información con ellos en tiempo real a través de ventanas que permitiran servicios como el "chat" o la compartición de aplicaciones. Ello complementará futuros desarrollos que requieren la intervención de personas en línea para consultas, apoyo a usuarios, foros de discusión en tiempo real , etc

CREACION DEL SITIO WEB OFICIAL DEL EJÉRCITO DEL AIRE

Desde finales del 98 SIN/DST viene trabajando en la constitución del sitio Web del Ejército del Aire desde la perspectiva de ser una ventana al exterior de la información corporativa de que se dispone en Notes, que puede ser publicada, tanto a la intranet de Defensa como, próximamente, en Internet.

Ello está permitiendo que una amplia diversidad de usuarios colabore e intervenga en la actualización y difusión de la información, lo cual hace del dinamismo la característica fundamental que se persigue. El diseño de las páginas y, más importante aun, la estructura de comunicación automática entre aplicaciones Notes, fuente de información principal, y las páginas Web que la difunden al exterior, han sido desarrolladas por el equipo de soporte Notes de SIN/DST , siendo la Oficina de Relaciones Públicas del Ejército del Aire quien está constantemente, a través de un flujo interno tambien desarrollado en Notes, validando los contenidos y aportando con frecuencia nuevos datos que enriquecen nuestro escaparate al exterior. A las bases de datos disponibles en la actualidad, provinientes de aplicaciones Notes existentes como es el caso del Museo de Aeronáutica y las piezas que contiene en inventario, o las fichas de cada una de las unidades del Ejército del Aire, se unirán en breve otras muchas, como es el caso de la Biblioteca Central del CGEjército del Aire que conectará la información existente para su difusión más allá del entorno del Ejército del Aire, o los contenidos del Boletin Oficial de Defensa para su actualización diaria en la red.

El portal del que hablamos, tendrá, como es natural, un enlace a la página Web

del Ejército del Aire que a su vez enlaza con las páginas de la Armada, Ejército de Tierra y Ministerio de Defensa.

MEJORA DE LA DIFUSION DE LA INFORMACION CORPORATIVA

Como ya se ha comentado, la red almacena en estos momentos una gran cantidad de información y documentos , estructurada en bases de datos concretas y cada una de ellas de acuerdo a un patrón propio por el carácter específico que la define. Una gran cantidad de las aplicaciones Notes en producción son puramente documentales, almacenan registros con información de texto, imágenes o incluso ficheros multimedia que el Organismo capacitado ha grabado y se consultan por parte de los que tienen los derechos suficientes.Es el caso de la recopilación de IG´s Directivas o legislación que gestiona EMA/DOR, o las Ips y Procedimientos Operatiivos a nivel de Mando o Unidad, o "Tablones" de carácter vario que se han creado en muchos ámbitos. Este panorama ha permitido una rapida difusión y disponibilidad de normas, directivas y ayudas de todo tipo que anteriormente se tramitaban en papel.

La situación actual permite el plantearse un salto cualitativo en la gestión de esa gran cantidad de información de la que se dispone. Próximamente se habilitarán herramientas que permitirán la búsqueda de de información de una manera mucho más ágil para el usuario, de manera que no tenga por qué conocer la Base de Datos que almacena un dato que está buscando.

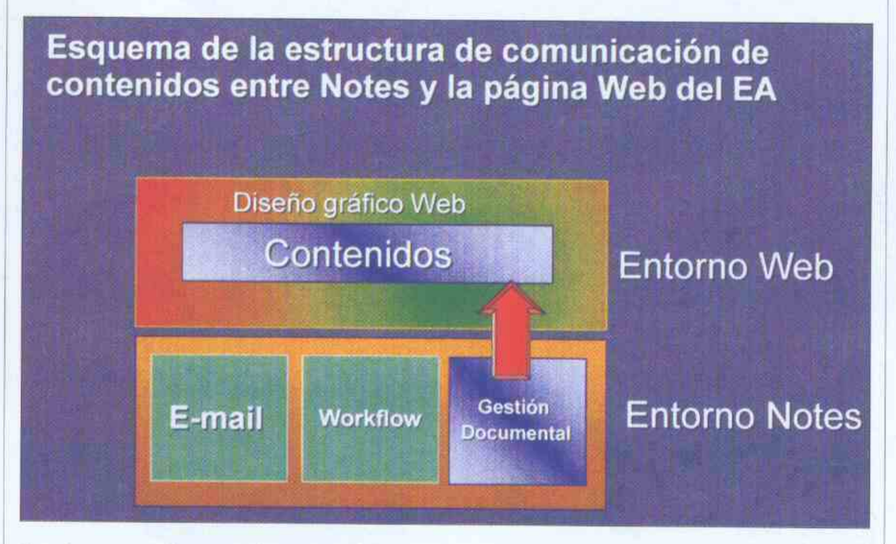
GESTION DEL CONOCIMIENTO

El estado de la tecnología permite en este momento utilizar la base de las Intranets para montar sobre ellas herramientas que faciliten la comunicación entre usuarios y datos corporativos de manera estructurada y organizada para la difusión de ideas, formación a distancia, gestión de planes de autoestudio y comunicación con expertos. Se trata de crear el apoyo que permita que el conocimiento de la Organización, verdadero capital intelectual de la misma, no sólo no se pierda sino que se afiance , enriquezca y comparta de manera adecuada. Eso es precisamente lo que la teoría de la gestión del conocimiento está difundiendo en el mundo de las instituciones a todos los niveles, y algo en lo que el Ejército del Aire no puede ser ajeno, ahora que cuenta con la base tecnológica con la que funcionar.

Las primeras experiencias ya han tenido lugar en el caso de la formación impartida en la, hasta el año pasado, Escuela Superior del Aire, como apoyo al Curso de Estado Mayor y en la actualidad en el Centro de Guerra Aérea para el Curso de Capacitación para el ascenso a comandante. En este último caso, ya hay apoyo vía Notes en la gestión de los trabajos de los alumnos, el archivo y documentación de los mismos en todos los formatos, la consulta a mediatecas que almacenan documentación de todo tipo, la gestión del progreso del curso para cada alumno, la autoevaluación en materias del plan de estudios o incluso la realización de pruebas de evaluación.

Llegar al resto de escuelas del Ejército del Aire es sólo una cuestión de tiempo, dado que todas ellas cuentan con el acceso a la red necesario, lo cual haría posible la colaboración entre ellas, la configuración de planes de estudio coordinados y mucho más dinámicos, la intervención de expertos y profesores con el acceso adecuado que no tendrían por que estar fisicamente en cada una de las escuelas o la participación de alumnos remotos de manera virtual en cada vez más cursos de capacitación o perfeccionamiento.

En general, la gestión del conocimiento corporativo se valora cada vez más, y ahora que se cuenta con la base tecnológica para tratarlo adecuadamente muchas organizaciones han adoptado cambios en su estructura que permitan optimizar su manejo, creando incluso departamentos responsables del mismo. El Ejército del Aire no puede estar ajeno a esa corriente.



CONCLUSIONES

La evolución de la Intranet del Ejército del Aire desde su nacimiento hasta la actualidad ha estado fundamentalmente basada en el aumento de los indicadores básicos que la definen: usuarios, aplicaciones, frecuencia de uso de los datos, aumento de la cantidad de la información, etc. Es evidente que todo ello va a seguir aumentando en los próximos años, en algunos casos con incrementos exponenciales. La dirección de Servicios Técnicos asume el compromiso de dar el soporte necesario para ese aumento de potencial en nuestra Intranet, pero tambien aborda desde este momento el reto de que la evolución no solamente sea cuantitativa, sino cualitativa, de manera que existan funcionalidades que mejoren el servicio que nuestra red da al usuario individualmente considerado y a la Organización en general. Los nuevos proyectos expuestos son una muestra de las mejoras que van a acometerse durante este mismo año, que pretenden conseguir el dinamismo de una herramienta que debe ser en todo momento reflejo del estado de la tecnología y referencia de máxima utilidad para todos los usuarios del Ejército del Aire.

El *X-38*: un vehículo para la estación ISS

MANUEL MONTES PALACIO



El V201 será llevado al espacio para practicar la reentrada desde una velocidad orbital.

La NASA está desarrollando un nuevo vehículo orbital concebido para el retorno de tripulaciones en situaciones de emergencia. El X-38, un prototipo de investigación, abre además las puertas a otros sistemas independientes de la actual lanzadera espacial.

En los años ochenta, durante la definición de la Estación Espacial Freedom, se llegó a la conclusión de que tanto su construcción como su mantenimiento tendrían un importante punto débil: la necesidad de una permanente disponibilidad de la flota de transbordadores.

Un grave accidente como el ocurrido en 1986 durante la misión STS-51L, que supuso la pérdida tanto de la astronave Challenger como de su tripulación, paralizaría las operaciones, impediría un rescate de los ocupantes del complejo en caso necesario y pondría en peligro la continuidad del programa.

Vista del X-38 V131 durante el vuelo cautivo del 17 de noviembre de 1997.

La respuesta más obvia a esta inquietud debía ser el desarrollo de una nave tripulada independiente, utilizable como nave de rescate o como herramienta para misiones autónomas en órbita baja. Sin embargo, el enorme costo de esta opción dejó al proyecto en una simple posibilidad de futuro.

Más adelante, la Freedom sería cancelada como tal, redefinida como estación Alfa, y después rebautizada como ISS (International Space Station), tras un rediseño completo que supuso además la entrada de la participación rusa.

La presencia de tecnología procedente de Rusia ha tenido diversas consecuencias. El mal momento económico que vive el país ha perjudicado el calendario de la construcción de la ISS, pero también ha tapado los problemas que la propia NASA se ha ido encontrando en el camino. Por otro lado, ha hecho posible el aprovechamiento de elementos ya disponibles, como las cápsulas Soyuz-TM, empleadas en el marco del programa de la estación Mir. Las Soyuz, convenientemente modificadas para servir como vía de acceso y retorno hacia y desde la ISS, eliminan el peligro de que una tripulación quede incomunicada en el complejo.



El modelo V131, listo para ser enviado al Johnson Space Center.

Sin embargo, estos vehículos, desarrollados originariamente para que los soviéticos pudiesen viajar a la Luna, se encuentran en la frontera de la obsolescencia. Por ejemplo, poseen un tiempo de garantía limitado, lo que obligará a su reemplazo periódico (cada seis meses o un año). Si a esto añadimos que su capacidad



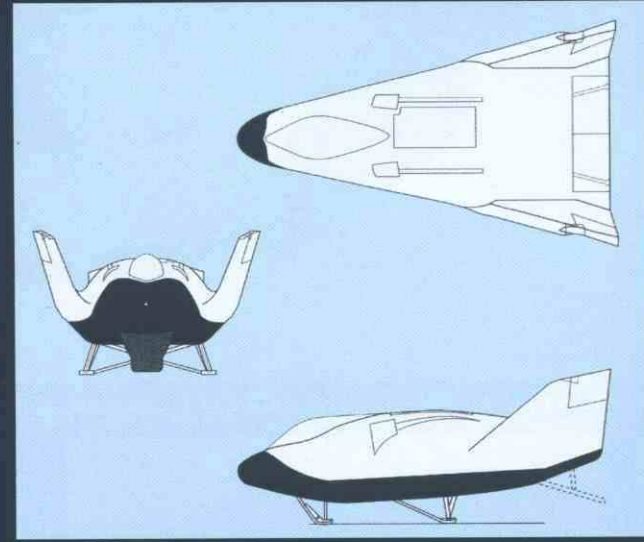
Vuelo cautivo del V131 del 30 de julio de 1997.

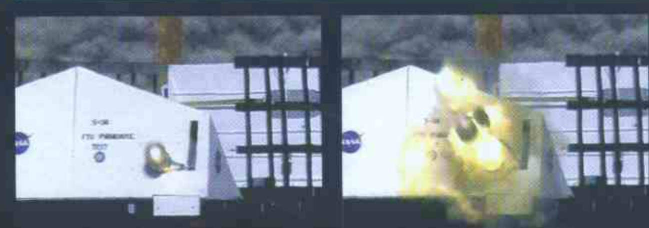


máxima es de tres tripulantes y que sus dimensiones no son aptas para astronautas excesivamente altos, nos encontraremos con una serie de inconvenientes sólo compensados por su bajo coste. La ISS necesitará al menos dos de ellas, limitando a seis la tripulación de la estación, que en otras circunstancias podría ser de siete personas.

La ISS se halla ya en marcha, así que la NASA ha comprado varias Soyuz-TM para mantenerlas permanentemente conectadas a la estación, donde servirán como "botes salvavidas" en caso de necesidad. Ello ha permitido afrontar con más tiempo el diseño de un verdadero sistema tripulado de rescate, más moderno, fiable y capaz.

El desarrollo de un nuevo sistema tripulado adaptado al concepto de "taxi espacial" para la ISS no es una idea nueva. Hace algunos años se propuso para esta tarea un vehículo llamado HL-20, pero fue desestimado durante la reestructuración del programa de la estación internacional. Ahora, la NASA ha retomado la iniciativa con la intención no sólo de construir un aparato que sustituya con ventaja a las Soyuz y al Shuttle en la tarea de transporte de personas sino que además pueda efectuar misiones alrededor de la Tierra desligadas de la ISS.





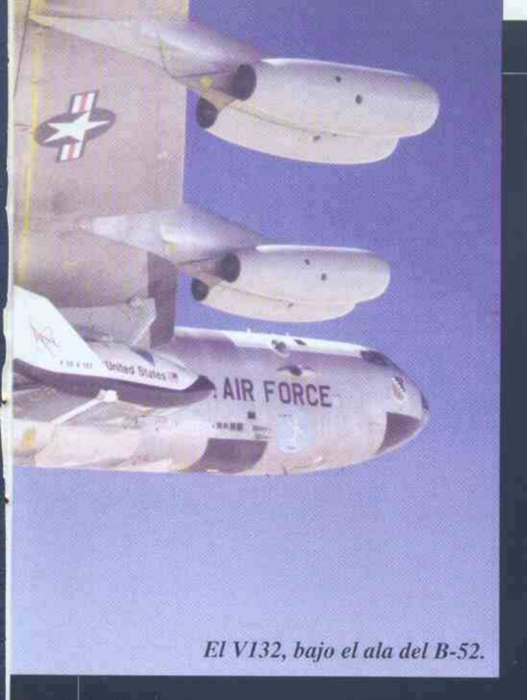


Pruebas pirotécnicas de apertura del paracaídas auxiliar.

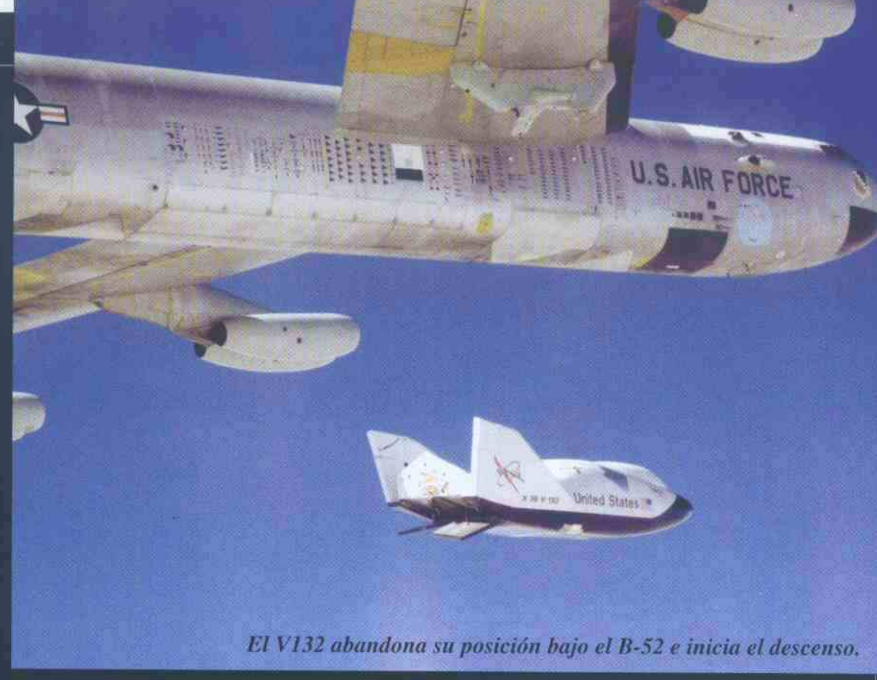
Para reducir al máximo el riesgo del diseño de un vehículo de tanta importancia, la NASA ha decidido iniciar un programa tecnológico bautizado como X-38 (Experimental 38). Su actual forma no implica que ésta vaya a ser la arquitectura seleccionada para el futuro CRV (Crew Return Vehicle), aunque sí se ha optado por una fisonomía y unas características adecuadas a la misión del vehículo definitivo.

Con una capacidad de entre 6 y 7 tripulantes, el X-38 utiliza buena parte de los estudios realizados en los años sesenta en relación a los llamados cuerpos sustentadores, naves carentes de alas cuya forma aerodinámica proporciona una sustentación suficiente durante el descenso atmosférico. El método no fue elegido para el actual Shuttle, que posee un ala delta convencional, pero ahora puede volver a adoptar un cierto protagonismo en el programa X-38.

La NASA quiere que el X-38 demuestre las tecnologías necesarias para que el CRV se haga realidad hacia el año 2003. Teóricamente, su desarrollo



El V132, bajo el ala del B-52.



El V132 abandona su posición bajo el B-52 e inicia el descenso.

debería costar una fracción del presupuesto de cualquier otro proyecto tripulado ideado hasta la fecha. Pensado inicialmente como una especie de "bote salvavidas", el CRV será llevado a la ISS en el interior del Shuttle, pero otras versiones podrán ser preparadas en cooperación con Europa, las cuales volarán gracias a un cohete Ariane-5 para convertirse en un sistema de transporte de personal totalmente independiente de la vieja lanzadera.

Los ingenieros están utilizando tecnología ya disponible en el 80 por ciento del diseño de la astronave. Esto ayudará a mantener controlados los costes. El CRV original propuesto en los años ochenta debía costar 2.000 millones de dólares, mientras que la factura de la construcción de cuatro ejemplares del actual no superará los 500 millones de dólares.



El V131 llega al centro Dryden.

HEREDERO DE UNA EPOCA

Como ya hemos dicho, para mantener un nivel de gastos razonable, los ingenieros han seleccionado el concepto de cuerpo sustentador que fue desarrollado a mediados de los años sesenta. Dichos estudios fueron compartidos por la NASA y por la U.S. Air Force para su propios proyectos. El estamento militar, por ejemplo, ideó un vehículo llamado SV-5, el cual fue probado en vuelos suborbitales sobre cohetes Atlas para comprobar su comportamiento aerodinámico a altas velocidades (X-23A). También se construyó un modelo a tamaño natural, tripulado, pensado para probar la aerodinámica del vehículo a velocidades inferiores a Mach 2 (X-24A).

Es decir, el X-38 utiliza la forma del SV-5 porque existe abundante documentación técnica sobre todos sus vuelos de prueba, lo que ahorrará mucho tiempo y dinero. El objetivo ahora será reproducir todas y cada una de las fases de una misión como la que requiere un CRV. Para ello se ha puesto en pie un ambicioso calendario de ensayos atmosféricos que culminarán con el envío al espacio de un X-38 y su regreso y aterrizaje automáticos.

Carentes de tripulación, los diferentes modelos de X-38 están equipados con numerosos sensores, cámaras de video, etc., que permiten proporcionar el máximo de información a sus constructores.

En su misión inicial como nave de emergencia unida a la ISS, el CRV deberá ser capaz de escapar de la estación con sus ocupantes de forma totalmente automática. Tratando de demostrar su perfil de descenso, el X-38 será dotado de un motor adecuado para

propiciar la reentrada. Una vez iniciada ésta, planeará como el Shuttle hasta la zona de aterrizaje. Sin embargo, no se posará como éste, sino que lo hará gracias a un paracaídas especial, una especie de parapente que aumentará la seguridad del descenso final. Tampoco llevará un tren de aterrizaje convencional, con ruedas, sino que éste estará dotado de esquíes.

La mayor parte de los equipos integrados en el X-38 tienen un origen comercial o militar, y ya están disponibles en el mercado. Por ejemplo, el ordenador de a bordo se emplea en ciertos aviones, así como el software de vuelo. El sistema de video ya ha sido utilizado en la lanzadera y los actuadores electromecánicos proceden de un trabajo conjunto entre la NASA, la U.S. Air Force y la Navy en otro proyecto de investigación. Por su parte, las losetas térmicas que lo protegerán durante la reentrada utilizan una capa especial recientemente ideada que las hará mucho más resistentes que las del Shuttle, y el sistema de navegación, basado en un dispositivo inercial y también en el concepto GPS, ya se está empleando en aviones militares.

Cuando el X-38 adopte la forma definitiva de CRV, será dotado de todo lo necesario para permitir la supervivencia de una tripulación durante al menos nueve horas después de haber abandonado la ISS. Si el vehículo debe ser utilizado en el futuro para otras tareas (inspección de satélites, etc.), podrá ser modificado para ampliar estas prestaciones. Con hombres y mujeres a bordo, el aparato evolucionará de manera automática, pero la tripulación podrá ejecutar manualmente ciertos procesos importantes, como la apertura del parapente, la orientación de la nave en el espacio, etc.

Si se respeta el actual diseño, el CRV pesará unas 9 toneladas, medirá 9,1 metros de largo y 4,4 metros de ancho.



El V-132, en Dryden.



El X-38, tras su segundo vuelo.

LA HISTORIA HASTA AHORA

La actual fase de ensayos atmosféricos, ya iniciada, está dando a los ingenieros la seguridad necesaria para confiar en el diseño elegido.

El programa se inició modestamente a principios de 1995, en el Johnson Space Center, en Houston. Con un presupuesto de unos 80 millones de dólares hasta su finalización y un centenar de ingenieros trabajando en él, el proyecto avanzó rápidamente.

Para demostrar el concepto de que un cuerpo sustentador podía descender y aterrizar mediante un parapente, se lanzaron en agosto varios modelos a escala (1/6) de un X-24A desde una avioneta Cessna, sobre el aeropuerto de California City. En esta primera fase se evaluó la dinámica del aterrizaje y los efectos de los vientos cruzados sobre el vehículo, el cual era dirigido por control remoto. Asimismo, se investigaron los puntos de anclaje del parapente.

La segunda fase consistió en el ensayo de un parapente de tamaño natural. A él se unió una plataforma con las características de tamaño y masa aproximados del X-38. Se lanzó en varias ocasiones desde un C-130, sobre el Yuma Proving Ground, en Arizona, y sirvió para demostrar la fiabilidad del sistema, la dinámica del vuelo, la integridad de la estructura, etc. También se demostró la integración del Guided Precision Aerial Delivery System (GPADS), un sistema desarrollado originalmente por el U.S. Army para el envío de equipo militar o de socorro a áreas objetivo concretas. De los diversos ensayos realizados, el primero falló debido al mecanismo de despliegue del parapente y el vehículo impactó contra el suelo.

A principios de 1996, la empresa Scaled Composites recibió el encargo de construir las estructuras de los tres vehículos atmosféricos del X-38. Se basaría para ello en el diseño del X-24A, pero sobre todo en la versión SV-5J, un vehículo equipado con un motor cohete y pensado para el entrenamiento del personal de la U.S. Air Force que nunca se llegó a completar. La primera estructura fue entregada al Johnson Space

La fase de vuelo planeado, el 9 de julio de 1999.

Center en septiembre de 1996, donde fue equipada con la aviónica adecuada. La segunda siguió el mismo camino en diciembre de 1996.

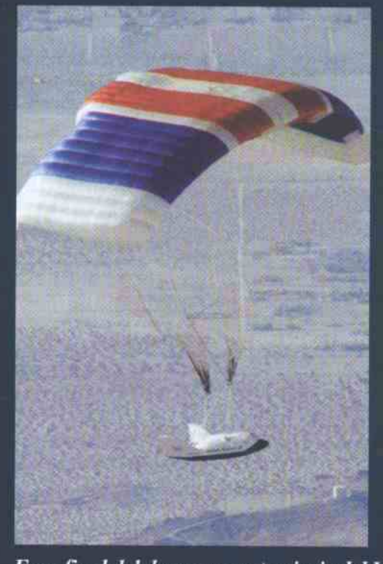
Cuando los dos vehículos (V131 y V132) estuvieron listos, fueron enviados al Dryden Flight Research Center, en Edwards, para iniciar la tercera fase del programa de pruebas. El V131 llegó a Dryden el 4 de junio de 1997, a bordo de un avión de transporte C-17. El V132, por su parte, fue recibido en septiembre de 1998.

En julio de 1997, el V131 realizó varios vuelos cautivos bajo el ala de un B-52. Diversas dificultades técnicas y meteorológicas retrasaron su primer vuelo libre hasta el 12 de marzo de 1998. Este lanzamiento inaugural sólo pretendía ensayar el despliegue del parapente y el aterrizaje, de modo que el V131 no estaría dotado del sistema de control de vuelo que permite modificar la trayectoria de descenso antes de la aparición del gigantesco paracaídas.

El B-52 utilizado había servido en sus pasados 44 años de historia para lanzar otros cuerpos sustentadores, así como el famoso X-15. El avión ascendió hasta 23.000 pies de altitud y soltó a su carga. Pocos segundos más tarde, un pequeño paracaídas estabilizador surgió de la cola del X-38. A unos 15.000 pies, el parapente era desplegado. Se produjo una rotura en la parte superior de la estructura de tela, pero ello no supuso ningún problema. El V131, súbitamente frenado, osciló en repetidas ocasiones a derecha e izquierda, hasta que se estabilizó. Tal y como estaba previsto, el parapente se desplegó en su totalidad hasta adoptar su forma de ala en arco. También fue extendido el tren de aterrizaje. Nueve minutos después de ser liberado por el B-52, el V-131 tocaba tierra muy suavemente, marcando el primer éxito de la serie.

Mientras, las mejoras para facilitar el descenso no cesaban. Un F-16 probó el sistema de control de vuelo que utilizaría el V132 y se desarrolló un parapente mejorado que será integrado en el V201, el X-38 que volará al espacio.

El segundo vuelo libre del X-38 se retrasaría bastante. Los ingenieros dedicaron el tiempo a resolver los diversos problemas detectados. Por ejemplo, se hicieron cambios en los materiales del parapente para evitar futuros desgarros. Para validar éstas y otras





Fase final del descenso y aterrizaje del V132 durante el cuarto vuelo de prueba.

modificaciones, se lanzaron modelos desde Yuma en diciembre de 1998. Después, el V131 realizó otro vuelo cautivo junto al B-52. La segunda misión propiamente dicha quedó programada para el 5 de febrero, pero tuvo que ser pospuesta 24 horas debido al cielo encapotado.

Por fin, el B-52 volvió a liberar a su carga a unos 23.000 pies de altitud. En esta ocasión, el despliegue del parapente, el mayor del mundo con capacidad de cambio de dirección, resultó ser mucho más perfecto y la nave giró mucho menos sobre sí misma. Después de una maniobra manual, el sistema de control automático dirigió el descenso hacia el punto previsto para el aterrizaje. La nave se posó aún más suavemente que en la primera oportunidad, sin apenas moverse, totalizando 12 minutos de vuelo.

Después de su segunda misión, el V131 fue devuelto a la factoría donde sería modificado con la adición de un puerto de atraque simulado y una sección del fuselaje adaptada para su uso como vehículo de transporte a bordo de un cohete Ariane-5. El V131, ahora denominado V131R, debía volver a realizar vuelos de prueba a partir de enero de 2000.

Hasta entonces, el V132 se encargaría de continuar con los ensayos. De hecho, su debut no se haría esperar demasiado, sólo 27 días. El nuevo vehículo poseía un sistema de control para maniobrar después de la liberación y antes del despliegue del parapente, incluyendo superficies aerodinámicas móviles. Así, en vez de utilizar el paracaídas de inmediato, antes planearía durante 12 segundos.

El tercer vuelo fue también retrasado 24 horas debido a los fuertes vientos. El 5 de marzo, el B-52 ascendió hasta los 26.000 pies. Cuando el V132 localizó su posición mediante el sistema de navegación por satélite GPS, fue liberado por la aeronave nodriza. Al principio, su trayectoria se vio afectada por el flujo de aire desplazado por el B-52, pero sus equipos de control lo estabilizaron de inmediato. Después de planear durante los 12 segundos previstos, se inició la secuencia de despliegue del parapente.

El descenso se llevó a cabo sin contratiempos, y el aterrizaje se convirtió en el más suave de la serie. Un tripulante enfermo o herido no sufriría daños adicionales en esta situación.

El cuarto vuelo se llevaría a cabo el 9 de julio de 1999. Esta vez, el V132 fue llevado hasta 31.500 pies de altitud, prolongando su fase de vuelo y planeo libre hasta los 31 segundos. La misión se vio retrasada desde junio por problemas en el sistema de control del vehículo. La extensión del período de preparación de cada vuelo haría que el calendario de ensayos tuviese que modificarse de forma apropiada, retrasando el momento en que el X-38 podrá volar por primera vez hacia el espacio.

Una vez liberado, el V132 aceleró hacia tierra, alcanzando una velocidad máxima de Mach 0,6. Según los técnicos, descendió más rápido de lo esperado. Finalizado el medio minuto de vuelo libre, se liberó el parapente. El resto del descenso se presentó sin problemas, lo mismo que el aterrizaje, nueve minutos después de la liberación.

Los siguientes vuelos de prueba se sucederán durante los próximos meses. Está previsto un ensayo del parapente a la presión aerodinámica que se encontrará la nave después de un viaje orbital, así como otros encaminados a simular otras fases del descenso.

Más adelante, los V131R y V132 serán sustituidos por el V133, que proseguirá las pruebas en vuelo desde altitudes de 45.000 pies, incorporando cada vez más elementos y tecnologías de uso espacial. A diferencia de los dos primeros, cuyo tamaño es un 80 por ciento del vehículo final, el V133 medirá exactamente igual que el futuro CRV. Empezó a ser construido en octubre de 1999 y deberá ser entregado un año después. Una cuarta fase de ensayos consistiría en llevar al vehículo a un régimen de velocidades superiores, ya sea a través de una liberación a gran altitud mediante un globo, o mediante la aplicación de un motor cohete sólido y el uso del B-52. Se demostrará así la estabilidad y las características de control del vehículo a velocidades supersónicas (Mach 2 a 80.000 pies), transónicas y subsónicas.

Por su parte, el V201, aún en construcción, viajará en el interior de un transbordador espacial no antes de enero de 2001. El V201 accionará su propio retromotor y experimentará temperaturas situadas entre 3.000 y 4.000 grados F durante su descenso atmosférico.

EL FUTURO

La NASA sabe que el desarrollo de los posibles sustitutos de la actual lanzadera, vehículos reutilizables y de una sola etapa, podría verse retrasado de forma sustancial, sobre todo si deben ser financiados por empresas privadas (VentureStar). Por eso, el Shuttle podría estar aún volando dentro de 20 o 30 años, prolongando el alto coste de sus misiones.

El pasado 22 de julio de 1999, la agencia estadounidense dio a conocer sus requerimientos para un Crew/Cargo Transfer Vehicle (CCTV), un paso adelante más después del CRV y en esencia el vehículo en el que está interesada la ESA europea.

El CCTV sería un sistema independiente del Shuttle, pensado para transportar personal hacia y desde el espacio, y para llevar cargas de escasa masa. Con estos requerimientos, la NASA ha solicitado estudios a la industria para definir la arquitectura de un sistema que podría ser construido en un futuro cercano. El contratista deberá considerar aspectos tales como la capacidad de actuación automática o manual, la duración de los vuelos, el número de tripulantes, la posibilidad de transportar astronautas heridos, el tiempo mínimo de llegada a la ISS, vida en espera (como CRV), aterrizaje, posibilidad de actividades extravehiculares, uso de propelentes no tóxicos, protección contra radiaciones cósmicas, etc.

El CCTV debería demostrar la disponibilidad de un sistema alternativo al Shuttle y una operación más barata y rápida de una astronave tripulada.

Deberá poder actuar como "taxi espacial" hacia la ISS, durante al menos cuatro veces al año, con una pequeña carga. Como CRV, debería poder llevar a siete astronautas. Se solicita asimismo considerar su uso como apoyo a misiones lunares, geoestacionarias, marcianas, o mantenimiento de elementos aparcados en las posiciones de Lagrange L1 y L2. Todo ello a partir del 2010 ■

EL DESTACAMENTO ICARO CONDECORADO CON LA MEDALLA AÉREA



SU MAJESTAD EL REY DON JUAN CARLOS, previa deliberación del Consejo de Ministros, concedió, con carácter colectivo, la Medalla Aérea al Destacamento Icaro del Ejército del Aire, destacado en la base italiana de Aviano, en consideración a la brillante actuación desde su creaicón y de manerra particular en las operaciones "Deliberate Force" y "Allied Force", asumiendo en múltiples ocasiones situaciones de riesgo extraordinario, en las que quedó patente el distinguido valor y las virtudes militares y profesionales de quienes han formado esta unidad. La concesión de la medalla se realiza mediante el Real Decreto 499/2000, de 7 de abril, publicado en el BOE número 72 de 12 de abril de 2000.

El Gobierno español, en apoyo de las Resoluciones 816, 836 y 958 del Consejo de Seguridad de las Naciones Unidas, consideró la conveniencia de contribuir -junto a otros países de la Alianza Atlántica- el esfuerzo aliado para el desarrollo de las misiones de mantenimiento de la paz sobre el territorio de la antigua Yugoslavia. Como consecuencia se constituyó el destacamento Icaro del Ejército del Aire que se incorporó a la operación Deny Flight, considerándose plenamente operativo el 1 de diciembre de 1994.

Ocho cazabombarderos F-18 del Grupo 15, dos C-130 Hércules del Grupo 31 y cerca de 240 personas se desplazaron a la base italiana de Aviano en fases sucesivas que culminaron el 28 de noviembre de 1994. Los aviones de combate del Grupo 15 son sustituidos tres meses más tarde por otros tanto F-18 del Grupo 12 de la base aérea de Torrejón; desde entonces, en periodos de tres meses, y más tarde de cuatro, los aviones de combate del Grupo 15 y del Grupo 12 han ido alternando su presencia en la base de Aviano. Por el contrario, el Grupo 31 ha continuado en Italia desde el comienzo de la operación Deny Flight.

Naturalmente, a las tripulaciones de los Grupos 15, 12 y 31 ha de añadirse el personal de mantenimiento de los aviones, armeros, personal de línea, de equipo personal, de inteligencia, el Centro de Operaciones del Ala, de comunicaciones la Escuadrilla de Apoyo al Despliegue Aéreo (EADA), secretaría, intendencia, personal de automóviles, SEA, cocina, sanidad, asistencia religiosa y relaciones públicas. La colaboración diaria con las autoridades italianas y la convivencia comunitaria con otras unidades allí destacadas se ha traducido en un entendimiento satisfactorio desde todos los puntos de vista.

Hasta el presente, los vuelos efectuados por los medios del Ejército del Aire pueden resumirse en la forma siguiente: más de 5.800 misiones de los F-18, en las que han invertido 15.800 horas; más de 570 misiones de reabastecimiento de los KC-130 Hércules en los que han sido transferidos más de 9.000.000 litros de combustible.





PRIMER SEMINARIO DE DEPARTAMENTOS DE IDIOMAS DEL EJERCITO DEL AIRE

LOS DIAS 1 Y 2 DE MARZO se celebró en el Centro de Guerra Aérea el primer seminario de departamentos de idiomas de centros de enseñanza del Ejército del Aire, organizado por la Escuela de Idiomas (ESID) y presidido por el general jefe del MAPER, Manuel Estellés Moreno.

En sus dos jornadas, representantes de los centros de enseñanza y de la Dirección de Enseñanza expusieron distintos aspectos relacionados con la problemática que para la enseñanza del idioma encuentran en sus UCOs. Así mismo, el seminario sirvió de foro de debate de temas relacionados con la enseñanza de idiomas.

En el acto de clausura, presidido por el general Director de Enseñanza, el coronel director de la ESID expuso las conclusiones del seminario y se estableció como sede para la celebración del segundo seminario en el año 2001 la Academia General del Aire.

HOMENAJE AL EJÉRCITO DEL AIRE EN EL AEROPUERTO DE REUS



EL DIA 17 DE MARZO, SE celebró un homenaje al Ejército del Aire en el aeropuerto de Reus, como recuerdo a los 60 años de su permanencia en la recién clausurada base aérea, que se materializó con la inauguración de un monumento en una zona especialmente ajardinada situada justo delante del edificio de la terminal del mismo. El monumento es el restaurado T-33 que estaba en la antigua base aérea, que ha sido trasladado a su nuevo emplazamiento y cuyos trabajos han supuesto una inversión de cinco millones de pesetas, que han sido sufragadas por la dirección del citado aeropuerto. El homenaje se realizó a iniciativa del secretario de Estado de Infraestructuras y Transportes del Ministerio de Fomento, Albert Vilalta, que es natural de Reus, el cual no pudo asistir al acto por encontrarse convaleciente de una delicada intervención quirúrgica. El acto fue presidido por el director general de Aviación Civil, Enric Sanmartí, quien estuvo acompañado por los alcaldes de Reus y Constantí, la subdelegada del Gobierno, representantes de AENA, el director del Aeropuerto de Reus Rafael Sáez Pombo y un sin fin de autoridades y representantes del pueblo catalán, parlamentarios nacionales, autonómicos, concejales, consejeros comarcales, presidente de la diputación de Tarragona, del Aeroclub, etc., cuya enumeración sería interminable, que junto con la Asociación de Veteranos de Reus, querían mostrar su aprecio y reconocimiento al Ejército del Aire por sus 60 años de permanencia en Reus.

Por parte del Ejército del Aire asistieron el jefe del Servicio Histórico y Cultural, general Sánchez Méndez, el segundo jefe y jefe de Estado Mayor de la Tercera Región Aérea, general Abós Coto, el subdirector del Museo de Aeronáutica y Astronáutica, coronel Ávila Bardají, y el jefe del Sector Aéreo de Barcelona, coronel Vicente Agra.

En las intervenciones de las autoridades que hicieron uso de la palabra hubo una coincidencia general de gratitud hacia el Ejército del Aire, cuya vinculación con la ciudad de Reus permanecerá en el tiempo, destacando el general Sánchez Méndez la presencia de nuestros suboficiales en su paso por la Escuela y a quienes públicamente definió como ejemplo de profesionalidad y espíritu de servicio. Terminado el acto, se sirvió una copa de vino español, seguido de un almuerzo de confraternización, ofrecidos por el director del Aeropuerto de Reus.





EJERCICIO ACUARIO 01/00

DURANTE LOS DIAS DEL 20 al 24 de marzo, se ha celebrado en la base aérea de Talavera la Real el ejercicio Acuario 01/00 para mantenimiento de la calificación de los FAC,s, del Ejército del Aire y Tercio de la Armada, adiestramiento de las tripulaciones aéreas en misiones CAS, y entrenamiento del GRUMOCA en control del espacio aéreo.

El mando y control de las fuerzas participantes ha sido ejercido por el GJMACOM, siendo el control táctico de las



operaciones aéreas asignado al coronel jefe del Ala 23 de Instrucción de Caza y Ataque y Base Aérea de Talavera la Real, Diego Torraba Lozano.

Han participado en el mismo las siguientes unidades:

– desde la base aérea de Talavera: Ala 23 con dos aviones F-5; GRUEMA con cuatro aviones C-101; Ala 78 con un helicóptero HE-24; GRUMOCA estuvo desplegado en las proximidades de Trujillo; EZAPAC, con dos equipos TACP.

– Desde la base aérea de Morón: Ala 11 con dos aviones C-15.

– Desde la base aérea de Torrejón: Ala 12 con dos aviones RF-4.

– Desde la base aeronaval de Rota: 9ª escuadrilla con dos aviones AV8B.

El ejercicio se completó con resultado satisfactorio, alcanzando todos los FAC,s participantes la calificación requerida.



RELEVO DE MANDO EN AFSOUTH

EL DIA 22 DE MARZO EN el Cuartel General Regional para el sur de Europa de la OTAN (RC-SOUTH), establecido en Nápoles, Italia, se celebró el acto de relevo de mando del segundo jefe de Estado Mayor de dicho Cuartel General. El acto estuvo presidido por el comandante en jefe del Comando Sur de la OTAN, almirante Ellis, perteneciente a la Marina americana. El general de división del Ejército de Tierra italiano Pasqualino Verdecchia entregó el mando del segundo jefe de Estado Mayor al teniente general del Ejército del Aire español Francisco J. Gómez Carretero.

El teniente general Carretero es piloto de caza con más de 6.000 horas, ha sido comandante del Ala 12 y de la base aérea de Torrejón, y agregado de Defensa en Washington.

En el área de Nápoles se encuentran además del citado cuartel general, los cuarteles generales del componente aéreo (AIRSOUTH), naval (NAVSOUTH) y anfibio (STRIKFORSOUTH). El general Carretero es además el oficial de mayor graduación en este área de Nápoles, donde en la actualidad hay destinados más de setenta españoles, entre generales, oficiales y suboficiales.

noticiario noticiario noticiario



VISITA DE LOS VETERANOS DE MORON

EL DIA 26 DE MARZO Y presidido por el teniente general Eduardo González-Gallarza Morales, jefe del Mando Aéreo del Estrecho y Segunda Región Aérea, tuvo lugar en la base aérea de Morón una ya tradicional y emotiva jornada de confraternización con los veteranos, antiguos soldados residentes en las localidades vecinas, que sienten el orgullo de haber servido a la Patria en esta base. Se dieron cita alrededor de unas 340 personas entre veteranos, familiares y amigos. Al acto asistió también una antigua representación de los veteranos de la base aérea de Málaga -Los Gurripatos- como ellos cariñosamente se denominan.

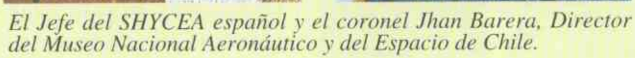
Dio comienzo la jornada con las actividades religioso-militares: izado de bandera por parte de un veterano y un soldado de los que actualmente sirve en la unidad, Santa Misa, ofrenda a los caídos e himno del Ejército del Aire. A continuación, tuvo lugar en el salón de actos la actuación de la banda de música de la 2ª Región Aérea, seguida de una comida de hermandad; y tras emotivas palabras de las autoridades militares y los veteranos, el coronel Manuel Benjumeda Osborne, jefe de la Base Aérea de Morón y Ala 11, hizo entrega a Rafael Pandura Carrasco -presidente de la Asociación- de un obsequio como recuerdo de la unidad.

La jornada se cerró con el acto de arriado de la enseña nacional.

ENTREGA DE UNA FOTOGRAFIA DE S.M. EL REY DEDICADA AL MUSEO NACIONAL AERONAUTICO Y DEL ESPACIO DE CHILE

EN LA ULTIMA SEMANA del pasado mes de marzo, y con ocasión de la celebración de la Feria Internacional del Aire y del Espacio de Chile, visitaron este país sendas delegaciones del Ejército del Aire, una integrada por los generales Garay Unibaso, jefe de la Agrupación del Cuartel General (que representaba al general jefe del Estado Mayor) y Estellés Moreno, jefe del Mando de Personal. La otra la formaban el general Sánchez Méndez, jefe del Servicio Histórico y Cultural, y el coronel Roldán Villén, secretario del SHYCEA, que lo hacían por invitación de autoridades aeronáuticas chilenas. El 28 de marzo en un acto celebrado en el Museo Nacional Aeronáutico y del Espacio, el general Sánchez Méndez hizo entrega de varios obsequios del Ejército del Aire para dicho centro cultural, entre los que figuraban una gran maqueta del "Plus Ultra", uniforme de diario y equipo de vuelo de un imaginario capitán García, una daga y un sable de oficial y las alas de las distintas especialidades del Ejército del Aire. Tras las palabras de ofrecimiento del general Sánchez Méndez y en nombre del JEMA (quien tuvo que anular su visita oficial a Chile por el triste accidente del Aviocar del Centro de Inteligencia Aérea) el general Garay entregó una fotografía de S.M. el Rey en uniforme del Ejército del Aire, dedicada personalmente por don Juan Carlos al Museo Nacional Aeronáutico y del Espacio chileno. Seguidamente el coronel Jahn Barrera agradeció los obsequios recibidos y pronunció unas palabras que por su alto contenido histórico y de afecto a España reproducimos a continuación. El acto estuvo presidido por el general Avila Lobos, director de la Aeronáutica Civil de Chile (de quien depende el Museo) al que asistieron su homólogo español, Enric Sanmartí Aulet y el agregado de Defensa de España, capitán de Navío Fernández Diz, así como numerosas autoridades civiles y militares chilenas.





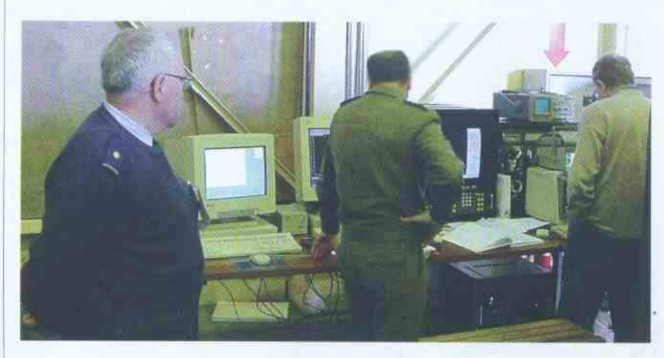
El Jefe del SHYCEA español y el coronel Jhan Barera, Director del Museo Nacional Aeronáutico y del Espacio de Chile.

DISCURSO DEL CORONEL JAHN BARRERA, DIRECTOR DEL MUSEO NACIONAL AERONAUTICO Y DEL ESPACIO DE CHILE

Si yo respondiera solamente con "un muchas gracias...", por el insigne honor que Su Majestad el Rey Juan Carlos I y el Ejército del Aire nos hace, al distinguirnos con estos importantes presentes, protocolariamente habríamos cumplido.

Sin embargo ello, no es suficiente, hay hechos y sentimientos amalgamados a través de siglos que van a conformar los caracteres de un nuevo pueblo, que hoy ustedes visitan.

El español llegó sólo a este el confín del mundo y produjo un mestizaje en un crisol de sangre y fuego en un choque de armas, cultura, religión e idioma. Nació un español



PRUEBAS DE INTEGRACION COAAASM EN LA BASE AÉREA DE ZARAGOZA

DURANTE EL MES DE abril se desarrollaron parte de las pruebas de integración del prototipo del COAAASM del Ejército de Tierra con el radar RAC-3D del sistema SPADA 2000 de dotación en la EADA, ubicada en la base aérea de Zaragoza.

El radar RAC-3D fabricado por la embresa Thomson y suministrado por la empresa Alenia Marconi Systems al Ejército del Aire es el único radar tridimensional en servicio en sistemas de defensa aérea basada en tierra de dotación en las Fuerzas Armadas españolas. Su empleo en la integración del prototipo del COAAASM por la empresa Indra y el programa COAAAS del Ejército de Tierra es una muestra más del buen grado de colaboración entre el programa SHORAD del Ejército del Aire y los distintos programas del Ejército de Tierra implicados en la gesión de medios antiaéreos.



EL GJMALOG VISITA INSTALACIONES ANTIAEREAS NORUEGAS

EL TENIENTE GENERAL José A. Mingot García, jefe del Mando del Apoyo Logístico, acompañado del jefe del Mando del Apoyo Logístico de la Fuerza Aérea noruega, major general Ivar Gjetnes, durante su reciente comisión a Noruega en el marco de las relaciones bilaterales entre ambos mandos, visitando una batería del sistema NASAMS (Norwegian Advanced Surface to Air Missiley System) en la base aérea de Bardufoss.

Dicho sistema es de configuración similar a los previstos para la segunda fase del programa SHORAD del Ejército del Aire.

indiano, que pasó a llamarse chileno con rasgos vascos castellanos en su perseverancia y libertario hasta su propia inmolación como mapuche, pehuenche y hüilliche que era.

Más de 300 años de lucha sin cuartel, fueron la marca y la frontera imbatible, donde cayeron más españoles que en toda la conquista de América.

Aquí nace también el primer ejército profesional español de América, para enfrentar a los generales o tóquis indios.

Don Alonso de Ercilla y Zúñiga, en el poema épico inmortal, registra en forma admirable estos acontecimientos.

No deseo hacer un recuento histórico, sino avanzar hacia nuestro campo, el aeronáutico, donde también hay mucho que recordar.

La aviación de España y de Chile, tiene muchos puntos de unión y ninguno de desunión. Empieza en 1911, cuando un joven hispano Antonio Ruiz, avecindado en Chile con más coraje que conocimientos, hace algunos vuelos en la localidad de Batuco aledaña a Santiago.

En 1912, el piloto chileno y constructor de aeronaves José Luis Sánchez Besa, vuela en un hidroavión de su invención con el infante don Jaime de Borbón, aspirante al trono español.

En el mismo año, en Barcelona, Sánchez Besa gana un trofeo que le fue entregado por Su Majestad el Rey don Alfonso XIII.

Recién terminada la Primera Guerra Mundial, después de haber sido piloto de prueba en Francia, aparece en España el piloto civil Luis Omar Page, que fue contratado por la firma Hispano-Guadalajara, para seguir volando en pruebas de aviones.



Es el piloto Page, volando un avión español fabricado por Eduardo Barrón, quien gana una competencia sobre pilotos ingleses y franceses para seleccionar un avión de caza para España.

Page se hace famoso en los cielos de España por su valor y temeridad al límite de la inconsciencia. El Rey Don Alfonso XIII en el aeródromo de Cuatro Vientos le felicita después de una presentación diciéndole: "Hombre, me habían dicho que eras bruto, pero nunca creí que llegarías a tal extremo...".

Fue incluso piloto de pruebas en los primeros vuelos del Autogiro C-4 de La Cierva.

Cuando el Ejército de Chile, iniciaba la aventura de su rama aérea, uno de los tres mecánicos que tuvo, fue el ciudadano español don Manuel Penelas, maestro de maestros aeronáuticos.

La colonia española residente en 1923, regala al Ejército de Chile un avión Avro 504-K con el nombre de España que uniría Santiago-Tacna-Santiago, antes de los inicios del servicio aeropostal.

El 12 de abril, 1929, arriba a Santiago el avión Breguet 19-TR Bidon construido por CASA bautizado "Jesús del Gran Poder" piloteado por los capitanes Ignacio Jiménez Martin y Francisco Iglesias Grague, que en un vuelo de 22.000 kilómetros unen Europa y América.

Son muchos los acontecimientos que podríamos reslatar y como muestra el 24 de agosto de 1953 volando en planeador el Grunau Baby, el teniente 2º de la Fuerza Aérea de Chile señor Rene Arriagada Anento, bate el récord sudamericano de permanencia en el aire con 13:24 horas en la Escuela de Vuelo sin Motor de Montflorite en Huesca, España.

Hoy, en los inventarios de la Fuerza Aérea, del Ejército y la Armada las aeronaves españolas cruzan los cielos de Chile, pero hay algo muy especial y sutil que debe unirnos más.

Los cadetes chilenos de Aviación y los caballeros cadetes del Ejército del Aire de España aprenden a volar en Pillán construidos en Chile, los jóvenes oficiales chilenos tienen el espaldarazo de pilotos de guerra en el avión CASA C-101, de origen español.

Muchos hechos y situaciones no las he hecho presente, pero no quedan en el olvido, sino en nuestra historia común.

El magnífico obsequio, el honor de recibir una fotografía autografiada de Su Majestad el "Rey Juan Carlos I" en uniforme de capitán general del Ejército del Aire de España, es un privilegio que nos orgullece.

Las especies que hoy pasan a ser parte de nuestro patrimonio, ha sido la donación más completa recibida de una fuerza aérea hermana.

Ahora sí, puedo decir fundamentalmente gracias. Por el honor que nos haceis, al depositar los emblemas y armas que como caballeros antiguos nos entregan en custodia.

Nuestro museo, depositario de historia y tradiciones aeronáuticas chilenas, le agradece y responde con amistad y lealtad de aviador.

Gracias...



Angel Cañaveras

ENTREGA DE PREMIOS DEL CONCURSO DE FOTOGRAFIAS DE LA REVISTA DE AERONAUTICA Y ASTRONAUTICA

EN EL SALON DE HONOR del Cuartel General del Ejército del Aire, el día 28 de abril, tuvo lugar el acto de entrega de premios del concurso de fotografías que anualmente convoca la Revista de Aeronáutica y Astronáutica. En nombre del JEMA, ocupaba la presidencia del mismo el jefe del Mando de Apoyo Logístico del Ejército del Aire, teniente general José Antonio Mingot García, quien se encontraba acompañado por el director de Equipos Electrónicos de Defensa de INDRA, Joaquín Uguet, así como por el jefe del Servicio Histórico y Cultural del Ejército del Aire, general de división José Sánchez Méndez y del director de la Revista de Aeronáutica y Astronáutica, Francisco Eytor Coira.

Dieciséis autores que presentaron 145 fotografías optaron a los diferentes premios que, en esta ocasión recayeron en el comandante José Terol –premio a la mejor colección–, el capitán José Miguel Ruiz Díaz –mejor fotografía–, Joaquín Vasco San Miguel –originalidad–, Alfonso Samper Lozano –interés humano– y el cabo José María Reiz Alvarez –mejor avión en vuelo–, así como cinco accésit para Alfonso Samper Lozano, Bernardo Zarrallo Jiménez, el teniente Daniel Fernández de Bobadilla, subteniente Francisco Núñez Arcos y sargento Juan Carlos Ferrera Martínez.

Tras la lectura del acta y la entrega de los diferentes premios, que al igual que en la edición anterior estuvieron patrocinados por la empresa INDRA, en nombre de los galardonados el comandante José Terol hizo uso de la palabra para dar las gracias tanto a INDRA como empresa patrocinadora, a la Revista de Aeronáutica y Astronáutica a quien señaló como referencia obligada en el campo del periodismo aeronáutico y al Ejército del Aire por proporcionar estos premios de obras que son capaces de transmitir en toda su dimensión la grandeza del quehacer diario de hombres que trabajan anónimamente, bien en la soledad de la cabina de un caza, en el sufrido puesto de centinela o en el más oculto taller. "Todos los presentes, indicó, y entre ellos los premiados, tenemos en común nuestro amor a la Aviación Militar, ya sea como afición o como vocación. Y es por ello que si con nuestras fotografías se logra que los españoles conozcan mejor a nuestro Ejército del Aire, podremos decir que nuestro objetivo se ha alcanzado y ya sólo nos quedará comenzar a utilizar nuestras cámaras nuevamente para obtener imágenes que nos den la oportunidad de volver a estar aquí el próximo año con más y mejores fotografías, y es que el innato afán de superación del Ejército del Aire es contagioso para todos aquellos que tenemos el privilegio de estar física y espiritualmente dentro o cerca de él".



Angel Cañaveras

El comandante José Terol obtuvo el premio a la mejor colección.

noticiario noticiario noticiario



El premio a la mejor fotografía recayó en el capitán José Miguel Ruiz Díaz.


Joaquín Vasco San Miguel consiguió el premio a la originalidad.


Alfonso Samper Lozano,además de obtener el premio al interés humano, consiguió uno de los cinco aacésit.


La fotografía premiada en el apartado al mejor avión en vuelo fue obra del cabo José María Reiz Alvarez.

Cerró el acto el director de la Revista de Aeronáutica y Astronáutica, quien tras agradecer al jefe del Estado Mayor su apoyo a la Revista y a la realización del concurso, y a la par, y de una forma destacada,a la empresa INDRA por su contribución a estos premios, se refirió a los participantes, ganadores y no ganadores, pues con su entusiasmo, afición y trabajo –dijo– ponen muy difícil la decisión final del jurado. A continuación y después de resaltar que en la presente edición la calidad de los trabajos presentados ha estado a una gran altura, hizo especial énfasis en que "aunque el éxito y razón de ser del concurso, lo mismo que el del Ejército del Aire, es el avión, no podemos olvidar que éste, sin el hombre no es nada". Los trabajos presentados, señaló, compaginan estos dos, mejor dicho tres casos: acción, hombre y ...entorno. Finalizó su alocución confiando en que estos premios sirvan de estímulo a todos y que la aportación de fotografías a este concurso sea cada vez mayor.



El coronel Eytor Coira, director de la Revista de Aeronáutica durante su intervención.



5.000 HORAS DE VUELO EN F-18 DEL ALA 11

EL DIA 17 DE MARZO, EL ALA Nº 11 ALCANZO LAS 5.000 horas de vuelo realizadas en material C-15 (F-18) sin nungún accidente. La misión durante la cual se alcanzó tal hito fue cumplimentada a bordo del avión C-15A-90 pilotado por el capitán Francisco Rafael de Paz Solís y atendido por los mecánicos sargentos 1º Salvador Rojas Lucena y Gerardo Valdovinos Pérez. A su llegada, fue recibido por el Coronel Jefe de la Base Aérea de Morón y Ala 11, Rafael Benjumeda Osborne y otros oficiales y suboficiales de la unidad. A continuación tuvo lugar una copa de vino español para brindar por el evento y agradecer el esfuerzo de todo el personal implicado en su consecución.

General
MIGUEL RUIZ NICOLAU

La Revista de Aeronáutica y Astronáutica quiere expresar con estas líneas su sentimiento por la pérdida del general Miguel Ruiz Nicolau, fallecido en Madrid el pasado día 7 de abril, una muerte en estos tiempos prematura, pues, por su edad, el general Ruiz Nicolau podría haber vivido aún muchos años y, por su capacidad y actividad, haber continuado su meritoria obra en el Museo de Aeronáutica y Astronáutica, del que era director.

Miguel Ruiz Nicolau ha sido un oficial distinguido y destacado de nuestro Ejército del Aire. Su trayectoria aeronáutica fue muy completa. En los comienzos de su carrera realizó el curso de Reactores, que perfeccionó en Estados Unidos, con el curso de tiro en T-33 y F-86F, realizado en la Base Aérea de Nellis (Nevada); desempeñando posteriormente destinos en unidades de élite, como las Alas 7 y 6, luego 16; el Escuadrón 104 y el Ala 12. Luego, ya coronel, fue jefe del Grupo de Escuelas de Matacán, comandante de la Base Aérea de Salamanca y jefe del Sector Aéreo de Salamanca.

Hombre con inquietudes y afán de superación, siempre procuró mejorar y completar su formación profesional. Realizó brillantemente el curso de Estado Mayor del Aire obteniendo el número uno de su promoción y luego asistió en Italia al Curso de Defensa de la NATO.

También como diplomado de Estado Mayor desempeñó puestos de importancia y responsabilidad: en la Secretaría Militar del Aire, en la Subsecretaria de Defensa y, ascendido a general, fue subdirector general de Reclutamiento en la DIGENSEM, y luego subdirector de la Escuela Superior del Aire.

Fuera de la vida profesional, obtuvo el título de la Escuela Oficial de Periodismo y desde su calidad como escritor fue designado, en su día, para formar parte de la Comisión encargada del estudio y redacción de las Ordenanzas Militares. Precisamente con un artículo sobre este tema logró el premio Vázquez Sagastizábal de la Revista de Aeronáutica y Astronáutica.

Y precisamente nos interesa aquí destacar el paso de Miguel Ruiz Nicolau por el Consejo de Redacción de esta Revista, al que se incorporó formando parte del equipo que se propuso su transformación y modernización. Fue fundamental en esta tarea su experiencia como periodista y su aportación como escritor con sus artículos y participando en la concepción y realización de "dossiers", e incluso con la creación de una sección fija de entretenimiento que mantuvo durante años, independientemente de los diferentes destinos que servía.

Estos últimos años padeció una enfermedad dura, que sobrellevó con resignación y entereza, pudiéndose decir como síntesis de su trayectoria que Miguel Ruiz Nicolau fue bueno como aviador, como profesional y como persona.

Descanse en paz.



Aerospace World

Peter Grier
AIR FORCE Magazine.
March 2000

En un extenso artículo se pasa revista a los temas más de actualidad en la Fuerza Aérea estadounidense. Como no, el primero de los asuntos tratados es el borrador del presupuesto para el año fiscal 2001, el cual según se desvela asignará a la Fuerza Aérea el 34,5%, la Navy recibirá el 37% y las fuerzas terrestres el 28,5%, estos presupuestos incrementarán los sueldos en un 3,7%.

A continuación una serie de apartados van describiendo multitud de temas, algunos brevemente y otros con más amplitud, así se analiza el paso al concepto de "Expeditionary Aerospace Force", el cual se está llevando a cabo correctamente; el tema de personal está tratado con amplitud en diversos comentarios que analizan: los problemas de reclutamiento, la actualización de los sueldos, el problema de la calidad de vida (viviendas y asistencia sanitaria), los valores de los hombres que componen la fuerza aérea e incluso el nuevo logotipo y eslogan para actualizarlos y hacer frente a los retos del siglo XXI.

Otros asuntos también abordados son: la adquisición de nuevos C-130J, la apuesta por el F-22 Raptor, el plan de protección de los sistemas informáticos, la posibilidad de cierre de nuevas instalaciones, etc.



MRO 2000. Maintenance Repair & Overhaul.

Aviation Week & Space Technology. Vol 152 No 16. 17 april 2000



La revista agrupa en una serie de artículos, distintos puntos de vista sobre la problemática del personal dedicado al mantenimiento de las aeronaves, todo ello como consecuencia de la creciente preocupación no solo por parte de la industria aeronáutica, sino también del Pentágono.

Los últimos estudios de la industria norteamericana establecen que para el año 2006 se necesitarán alrededor de 155.000 mecánicos, cifra que no podrá ser cubierta con las expectativas actuales.

Muchas son las causas que se analizan en los artículos, pudiendo destacar entre otras: que parte del personal que adquiere su licencia no la ejerce en el sector aeronáutico por diferentes razones, siendo la más poderosa la económica; falta de previsión en el solape de los ingresos de nuevo personal con las bajas que se producirán por edad y que eran conocidas; renovación de los planes de estudio para adecuarlos a las nuevas exigencias tecnológicas, etc.

A lo largo de los artículos también se apuntan diversas soluciones para intentar paliar el deficit de este colectivo tan importante para llevar a cabo con éxito las misiones encomendadas, no solo en las fuerzas armadas sino también en la vida civil.





NBC Training. Reaction Time

David Siegrist
Jane´s Defence Weekly.
Vol 33 No 14. 5 april 2000



Los países de la Alianza le están dando cada vez más importancia al entrenamiento frente a la amenaza de la guerra nuclear, biológica y química. Al frente de todos ellos los Estados Unidos llevan ya algún tiempo incrementando la formación de su personal en este tipo de amenaza, sobre todo después de la Guerra del Golfo, donde el Congreso instó al Departamento de Defensa para que incrementara la preparación de sus fuerzas para hacer frente a la amenaza biológica y química fundamentalmente, sin olvidar, aunque en un segundo plano la posibilidad de la amenaza nuclear.

En el análisis que hace el artículo se pueden ver diferentes medidas que han adoptado las Fuerzas Armadas norteamericanas, sobre todo en la realización de cursos dirigidos no solo a formar especialistas en la materia, sino también para que todo el personal tenga conocimiento de la posible amenaza y de la mejor manera de reaccionar frente a ella.

Brevemente se expone la situación en tres países de la Alianza: Alemania, donde la amenaza NBC no entra dentro de sus prioridades; Francia, que deberá incrementar sus sistemas de detección y el Reino Unido, cuyo equipamiento, doctrina y entrenamiento se considera el modelo a seguir.





NATO advances expansion aims

Ian Kemp
Jane´s International Defense Review. 4/2000

Desde el inicio del programa de la OTAN "Asociación para la Paz", en enero del año 1994, numerosos países mostraron su inquietud para formar parte de él, en dicho programa se establecían determinadas condiciones para poder acceder al mismo, entre otras se encontraba la reducción de fuerzas, entre los diferentes candidatos tres aceleraron el programa: la República Checa, Hungría y Polonia.

A lo largo del artículo se analizan los esfuerzos de estos tres países para adaptar sus fuerzas armadas a los requerimientos de la Alianza, siendo la interoperabilidad uno de los aspectos donde mayor esfuerzo deben de realizar.

La integración de estos países ha coincidido con el cambio en la estructura de mandos, describiéndose como ésta nueva disposición ha afectado a estos miembros y la dependencia de cada uno de ellos en las nuevas áreas de responsabilidad de cada uno de los Mandos, se trata también la adaptación de sus fuerzas para hacer frente a los nuevos retos y al concepto de fuerzas de reacción, así como su integración en las mismas.

La parte final describe el cuerpo multinacional creado por Alemania, Dinamarca y Polonia, como parte de las Fuerzas Principales de Defensa de la OTAN, cuyo Cuartel General se inauguró el 18 de septiembre en Szczecin, Polonia.





el vigía

Cronología de la Aviación Militar Española

"CANARIO" AZAOLA
Miembro del I.H.C.A.

Hace 65 años
Periplo
Alcalá de Henares 12 junio 1935

Tras cubrir 2.400 kilómetros, ha regresado la escuadrilla de siete "Moth Major" que pilotadas por los profesores de la Escuela de Vuelo y Combate, al mando del comandante Rafael Gómez Jordana, ha llevado a cabo un vuelo en formación alrededor de la Península, con motivo de la finalización del curso. Con etapas en Sevilla, La Alberca, Amadora -donde asistieron al meeting internacional- La Guardia (Pontevedra), León, Vitoria y Logroño, han totalizado 16 horas de vuelo.



Hace 50 años
Ejercicio
Madrid 13 junio 1950

Sin alterar en absoluto el ritmo ciudadano, se han llevado a cabo estos días unos importantes ejercicios de defensa aérea de la capital. A cualquier hora, sin conocimiento previo y procedentes de cualquier rumbo, los Savoia S-79 y Ju-88 "atacantes" deberían ser interceptados por las fuerzas de defensa, constituidas por Fiat CR-32 del 21 Regimiento de caza, desplegado para la ocasión en el aeródromo de Torrejón (foto).

Según hemos podido saber, los resultados han sido altamente satisfactorios.



Hace 70 años
Liberado
Cabo Juby 2 junio 1930

Tras sufrir un cúmulo de penalidades, secuestrados por tribus indígenas que se disputaban su apresamiento, luego de la liberación del comandante Burguete el pasado día 31, hoy se han visto libres el capitán Núñez Maza y el sargento mecánico Ferrer.

Como saben nuestros lectores, el 21 de mayo, una avería en la refrigeración del motor de su avión, obligó a Burguete a tomar tierra a 300 kilómetros de su base, haciéndolo seguidamente su compañero, con el propósito de socorrerle. Ambos, junto a sus pasajeros, fueron capturados, siendo sus aparatos destruidos en poco tiempo, presa de la violencia de aquellos salvajes.

Hace 75 años
Demostración
Madrid 24 junio 1925

Los grandes deseos de nuestro Soberano, de ver en el aire el autogiro La Cierva, que tanta resonancia ha logrado en el mundo aeronáutico, se vieron cumplidos esta mañana en el aeródromo de Cuatro Vientos. Después de escuchar las explicaciones técnicas, que acerca del funcionamiento del aparato le ofreció su inventor, desde la torre, presenció una exhibición del mismo a cargo del capitán Lóriga, quien intencionadamente se elevó a escasa altura, para que el Rey apreciara mejor sus evoluciones. Estas fueron tan perfectas, tan admirables, que Don Alfonso felicitó calurosamente al señor La Cierva por el éxito de su invento y también al capitán Lóriga por la maestría con que había volado.

Hace 65 años
Meeting
Lisboa 9 junio 1935

Organizado por el Aero Club de Portugal se ha celebrado en el aeródromo militar de

Hace 50 años
Inauguración
Bilbao 20 junio 1950

El jefe del Estado, acompañado de los ministros del Aire e Industria y Comercio, ha procedido a la inauguración oficial del aeropuerto "Carlos Haya", situado en el municipio de Sondica, a 5 km. de Bilbao.

Recibido por las autoridades provinciales y locales, una compañía de honor de la 5ª Región Aérea le rindió los honores de ordenanza. Tras pasar revista a dos grupos de "Chatos" del 33 Regimiento de Asalto con base en Villanubla, Franco se dirigió al prototipo del "Alcotán", que fue objeto de su mayor atención, inspeccionándolo detenidamente y escuchando con interés las explicaciones que su proyectista, el coronel Huarte Mendicoa, le ofreció.



Amadora un importante festival de carácter internacional, en el que la Aviación española ha tenido una brillantísima intervención.

En las pruebas de acrobacía participaron la piloto alemana Luise Hoffmann con Bücker (Hirth 85 cv.), el checoslovaco Franz Novak con Avia 122 (Walter 350 cv.), el capitán Joaquín García Morato con Fleet (Kinner 125 cv.) el francés Marcel Doret con Dewoitine (Hispano Suiza 500 cv.) y los portugueses Costa Macedo con Caproni (A.S. 300 cv.) y Cabral con Fleet (Kinner 125 cv.).



Aunque al no tener carácter de concurso, no se efectuó clasificación alguna, atendiendo a la realización de los ejercicios, oficiosamente se reconoció a Novak como campeón, seguido de García Morato (foto), quien fue merecidamente aplaudido tras una exhibición valiente, realizada con una naturalidad y desenvoltura infinitas. Por cierto que, tan pronto el capitán español tomó tierra, Novak, a quien se le considera la máxima figura de la acrobacía mundial, se le acercó para decirle: "Se ha excedido usted con ese aparato. Le felicito de corazón. No se puede hacer más".

Representando a la Aeronáutica Naval, tomaron parte un autogiro, que llamó poderosamente la atención, así como una escuadrilla de Hispano Suiza E-30, de la base de San Javier, cuyas evoluciones en formación fueron muy elogiadas.

Completaron el festival lanzamientos de paracaidistas y una interesante exhibición de veleros, a cargo de los pilotos alemanes Fischer, "as" mundial de la especialidad, Oeltzer y la piloto femenino Hanna Reistch.

Hace 65 años
Concurso

Getafe 29 junio 1935

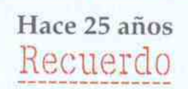
Con la participación de seis escuadrilla de reconocimiento y tres de caza, ha terminado el IV concurso de escuadrillas organizado por "Revista de Aeronáutica".

Partiendo de este aeródromo y regresando al mismo, los aparatos de reconocimiento cubrieron un recorrido que incluyó Sevilla, Los Alcázares León, Logroño y Barcelona, llevando a cabo distintos ejercicios, que incluían bombardeo real y ataque a un supuesto nido de ametralladoras. Ha resultado vencedora la 3ª Escuadrilla del Grupo 21 (León) al mando del capitán Angel Chamorro.

Los cazas volaron a Los Alcázares, con paso por Albacete, de allí a Madrid y con paso por Zamora a León, desde donde regresaron a Madrid. Tras las correspondientes pruebas de despegues, aterrizajes, formaciones y tiro real con ametralladoras, se ha clasificado en primer lugar la 2ª Escuadrilla del Grupo 13 (Barcelona) al mando del capitán Luis Calderón Gaztelu .

En el transcurso de las pruebas, que incluyó una común presentación y disciplina en tierra, el personal volante ha podido demostrar su destreza, instrucción y perfecto conocimiento de las posibilidades del material, que han sido superadas merced al inteligente celo de nuestros mecánicos.

Nota de El Vigía: En la entrega de premios celebrada el 2 de julio en Getafe, vemos al presidente de la República, entregando su trofeo al capitán Chamorro, jefe de la Escuadrilla de reconocimiento, clasificada en primer lugar.



Hace 25 años
Recuerdo

Madrid 18 junio 1975

Con valor de 3 pesetas y una tirada de ocho millones de ejemplares, la Dirección General de Correos ha puesto en circulación un sello, recordatorio de la gesta del Santuario de Santa María de la Cabeza. En el mismo aparece una vista del templo y los emblemas de la Guardia Civil y Aviación Militar.



Nota de El Vigía: En aquella auténtica epopeya, en la que se vieron involucradas más de mil personas sitiadas en el Santuario, tuvo un trascendental protagonismo la Aviación, que en lucha en muchas ocasiones contra los elementos, desde el 15 de septiembre de 1936 al 1 de mayo de 1937, llevó a cabo 166 misiones (121 aprovisionamiento, 36 de bombardeo y 9 de reconocimiento). Alma de aquella odisea, fue el capitán Carlos Haya, cuyos restos con todos los honores, descansan en aquel bendito lugar, junto al heroico capitán Cortés.

Hace 65 años
Acróbata

Cuatro Vientos 10 junio 1935

De vuelta del "meeting" de Amadora, coincidieron en este aeródromo, la notable piloto alemana Louise Hoffmann y el capitán García Morato, que gentilmente invitado por aquélla, tuvo la oportunidad de probar su biplano Bücker. Con tal motivo, nuestro "as" realizó una preciosa exhibición de alta acrobacía y a escasa altura, seguida con verdadero deleite por cuantos se hallaban en el campo. Al aterrizar, el capitán entusiasmado dijo: "Se le saltan a uno las lágrimas volando estos aparatos. No he conocido avioneta más maniobrera, más suave de mandos y más acrobática, con tan baja potencia".

Nota de El Vigía: ¡Quién le iba a decir!, que no mucho después, habrían de llegar a España las primeras Bücker. Que en número de 450, se construirían en nuestro país y que durante más de 50 años sería el entrenador elemental de nuestra Aviación militar.

Hace 65 años
Fiesta

Barajas 2 junio 1935

Ante 40.000 espectadores, entre los que se encontraba el jefe del Estado, el presidente del Gobierno y los ministros de Guerra y Marina, se ha celebrado la anunciada fiesta de Aviación, organizada por la Federación Aeronáutica Española.

Se inició con la exhibición de las avionetas de construcción nacional, GP-1, Hispano Suiza HS-34 y Adaro "Chirta". A continuación, una escuadrilla compuesta por siete "Moth Major" de la Escuela de Vuelo y Combate de Alcalá, pilotadas por cabos de complemento, realizó diversas formaciones, destacando su espectacular rotura en picado. Fueron luego dos autogiros La Cierva C-30 de la Aviación Militar, quienes entusiasmaron a la multitud.

Más tarde, se celebró una carrera triangular, en la que participaron doce avionetas deportivas, proclamándose vencedora la Stinson "Reliant" de Cuesta y Del Barco.

Espectacular fue la emisión de humos de ocultación que realizó una patrulla Breguet XIX de León, y el público aplaudió la pericia demostrada por los profesores de Alcalá, al mando del comandante Gómez Jordana, quienes pilotando cinco "Moth Major" realizaron diversas maniobras, unidas entre sí por cintas elásticas de las que, para apreciarse mejor, pendían gallardetes.

Un número sorprendente fue el protagonizado por el Douglas de LAPE que despegó en formación con dos Nieuport 52, a cuyos mandos iban los tenientes Pascual y Mediavilla quienes simularon un duelo aéreo en el que resultó vencedor el primero, ganando el segundo la carrera.

Luego, hubo sendas demostraciones de vuelos en formación en las que intervinieron escuadrillas de reconocimiento de Breguet XIX y DH-9, así como los Hispano E-30 de la Aeronáutica Naval. Su perfecta sincronización, fue aún superada por los Nieuport 52 de las escuadrillas de caza de Barcelona y Getafe, que realizaron además brillantes acrobacías.

A continuación, los capitanes García Morato e Ibarra, en exhibiciones individuales de 15 minutos a bordo de una pequeña Fleet, pondrían en evidencia su virtuosismo en la alta acrobacia, proclamándose por mínima diferencia campeón el segundo.

Cerró el festival el salto en paracaidas desde un Fokker de LAPE, protagonizado por los capitanes Méndez, Lapuente, Alvarez y Del Valle y los tenientes Alvarez Cadórniga, Serrano de Pablo, Seibane y Gautier.

Juan de La Cierva y su Autogiro

Roberto Pla
Comandante de Aviación

http://www.aire.org/
pla@aire.org

Hace unos meses tuve la oportunidad de ver de cerca el Autogiro C-30 fabricado por la Maestranza Aérea de Albacete. Resulta difícil explicar cuanta emoción me producía poder acariciar aquella tela pintada surgida de la historia y el esfuerzo de los magníficos profesionales de la Maestranza para recordarnos la gesta y el genio de Juan de La Cierva. Entre los aviones de ala fija y el helicóptero, la existencia del autogiro parece tener como único sentido demostrar las maravillas de las leyes físicas y cómo el ingenio, la constancia y el esfuerzo del hombre puede desentrañar su funcionamiento para desarrollar una aplicación útil.

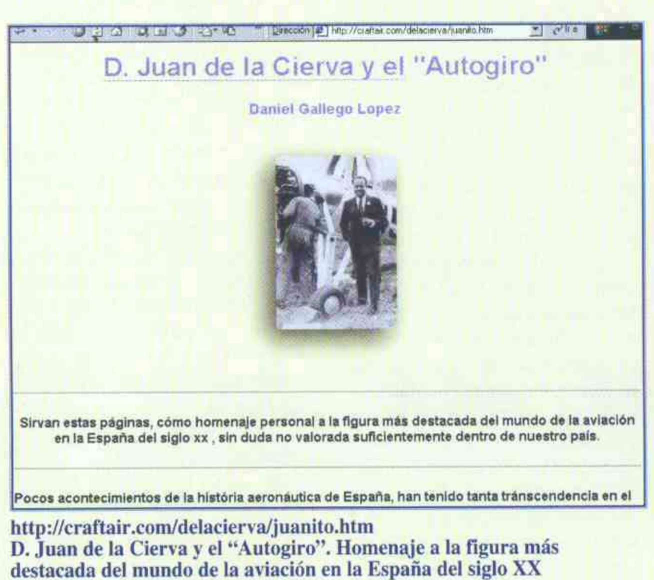
Mejor que glosar la figura de Juan de La Cierva, cuyos méritos sin duda lo merecen, os voy a invitar a dar un paseo por las páginas que nos hablan del hombre y de su obra en la red.

Jaume Alonso Morejón nos habla en las páginas del Aeromuseo, de la vida de Juan de La Cierva y de su pasión por la construcción de aviones, que le llevó a la temprana edad de 17 años a construir el "cangrejo", primer avión español que voló allá por 1912 y cuyo nombre real era BCD.1 por las iniciales de los apellidos de sus constructores, Barcala, Cierva y Díaz.

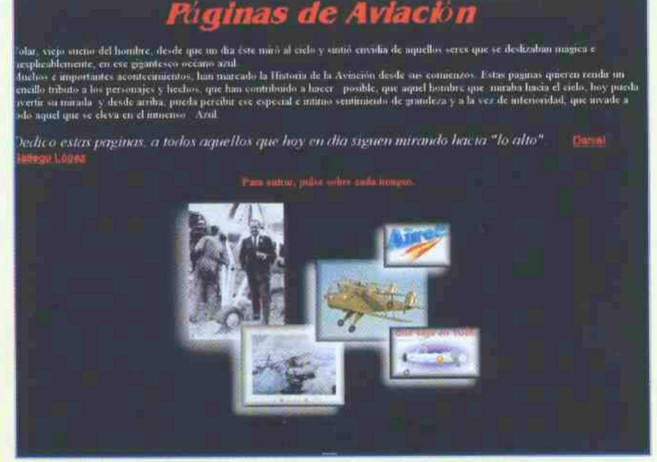
En el servidor de Craftair que aloja las páginas de la Fundación Infante de Orleans, encontramos las páginas de Daniel Gallego que nos dice que su intención es la de realizar un "homenaje personal a la figura más destacada del mundo de la aviación en la España del siglo XX , sin duda no valorada suficientemente dentro de nuestro país". Daniel promueve asimismo una campaña para que el Autogiro C-30 construido por la Maestranza se mantenga en vuelo. Esto nos lleva a la polémica entre aquellos que creen que la finalidad de la preservación de los aviones antiguos es que sigan realizando la función para la que fueron creados y los que preocupados por las terribles consecuencias que podría tener un accidente, creen que es una locura poner en semejante peligro estas joyas.

Sin duda, partidario de que vuelen es Ramón Regés, hijo de Don Juan Regés Aymá que conoció A Juan de la Cierva y compró un autogiro en el que Ramón nos cuenta sus experiencias de vuelo y del que se intentaron acoplar las palas al fabricado en Albacete, resultando imposible por el estado de corrosión de las mismas, precisamente por haber estado el autogiro almacenado sin volar. La historia de Don Juan Regés Aymá fue motivo de un interesante artículo del general Alfonso del Río en el número 15 de la revista "Aeroplano".

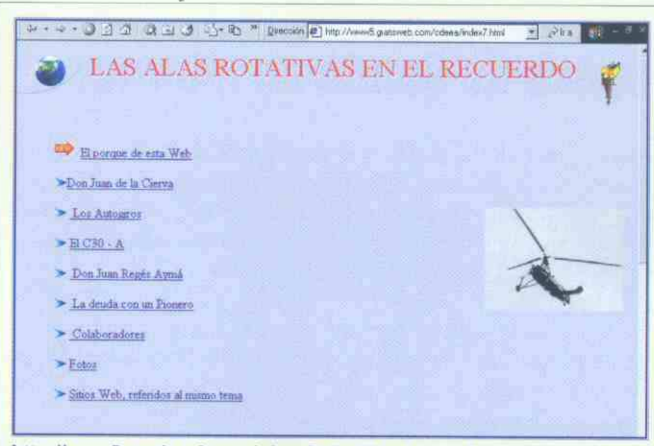
Uno de los campos en los que la obra de Juan de La Cierva sigue viva y vuela a diario es el del Modelismo. Numerosos recursos específicos para modelistas de Autogiros nos hablan del interés por estos aerodinos de los constructores de modelos radiocontrolados. Uno de ellos es José Picó, un joven de 73 años virtuoso del modelismo a escala en España que ha sido Campeón de España de Modelismo Aéreo. Aparece en las páginas de la web Autogyro con su maravillosa maqueta 1/4 a escala 'exacta' del autogiro Cierva C.19 MK I que se exhibe en el Museo del Aire, construida con todo detalle hace 12 años. José incluso ha duplicado el mecanismo de prerrotación del rotor,



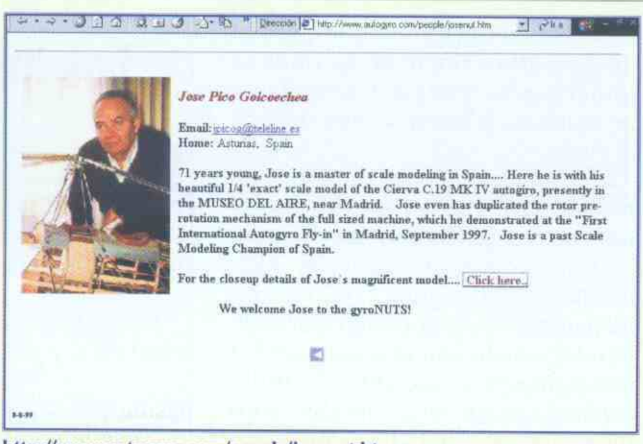
http://craftair.com/delacierva/juanito.htm
D. Juan de la Cierva y el "Autogiro". Homenaje a la figura más destacada del mundo de la aviación en la España del siglo XX



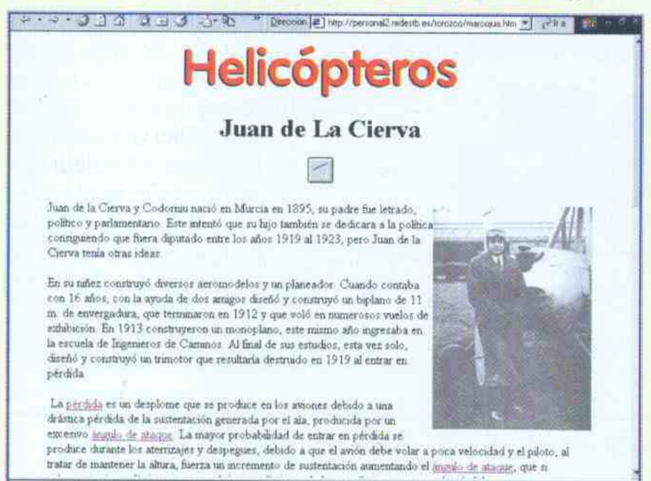
http://perso.wanadoo.es/daga/
Campaña para que el Autogiro C-30 reconstruido en la Maestranza Aerea de Albacete, sea mantenido en vuelo.



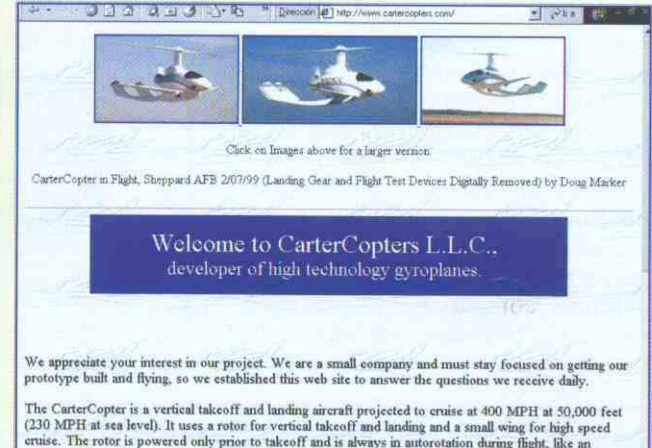
http://www5.gratisweb.com/cdeea/index7.html
Las Alas Rotativas en el Recuerdo. Escrita en honor a Don Juan Regés Aymá, Precursor de las Alas Rotativas en la Argentina por su hijo, Ramón Regés



http://www.autogyro.com/people/josenut.htm
Jose Picó Goicoechea, autor de la maqueta 1/4 a escala 'exacta' del autogiro Cierva C.19 MK I



http://personal2.redestb.es/rorozco/
Helicópteros - La página de Rafael Orozco



http://www.cartercopters.com/
CarterCopters L.L.C. Desarrolladores de autogiros de alta tecnologia

aunque esta exactitud en la escala impidió que el modelo levantase el vuelo.

Sin embargo no son solo modelos a escala los autogiros que gozan de buena salud. Algunas compañías siguen confiando en la fórmula del autogiro como la solución revolucionaria para algunos problemas del transporte aéreo de hoy en día, casi ochenta años después de que De la Cierva la perfeccionase. Compañías como CarterCopters se dedican al desarrollo de futuristas versiones de autogiros y ofrecen en la red sus diseños a aquellas compañías o constructores que quieran desarrollarlos. El CarterCopter es un autogiro de despegue vertical proyectado para una velocidad de crucero de 400 MPH a 50.000 pies (230 MPH al nivel del mar). usa un rotor para el despegue vertical y aterrizaje y dis-

OTROS ENLACES

http://www.bcnet.upc.es/aeromuseo/historia/nuevoc30.html
Aeromuseo. Un autogiro C.30 de nuevo en vuelo. Referencia sobre el fabricado en Albacete.
http://bcnet.upc.es/aeromuseo/historia/cierva1.html
Juan De la Cierva, inventor del Autogiro. Por Jaume Alonso Morejón
http://www.autogyro.com/
Autogyros. Información para los Modelistas de Autogiros R/C.
http://www.tecwrite.com/anderson/
Rick's Gyro Page. Dedicada al diseño, desarrollo y vuelo de modelos de autogiros R/C
http://www.hard.net.au/~incoll/gyro/
Dons Gyro ONLY pages. Pues eso, solo autogiros, con pasión desde las antipodas.
http://www.thehistorynet.com/AviationHistory/articles/1997/0797_text.htm
'Lady Lindy': La vida de Amelia Earhart. Estableció un record mundial de altura de 18415 pies en un autogiro fabricado por la Pitcairn-Cierva Autogiro Co.
http://www.letsfindout.com/subjects/aviation/rpigyro.html
Letsfindout Kids' Encyclopedia. Una Enciclopedia para los más pequeños...en Inglés.
http://encarta.msn.com/find/Concise.asp?ti=06764000
Encarta. Juan de la Cierva y el Autogiro en la Enciclopedia de Microsoft.
http://www.optonline.net/comptons/ceo/11286_Q.html
Comptons Encyclopedia On-line. Cierva, Juan de la
http://www.allstar.fiu.edu/aero/cierva.htm
Aeronautics Learning Laboratory for Science Technology and Research (ALLSTAR).
http://www.twsu.edu/library/specialcollections/91-8-b.html
Wichita State University. Correspondencia de la Pitcairn Aircraft Company, 1925-1946
http://www.nasjrbwillowgrove.navy.mil/history.htm
Naval Air Station Joint Reserve Base Willow Grove, Pennsylvania. Base donde se elevaron por primera vez en américa los Autogiros Pitcairn-La Cierva.
http://www.nmsi.ac.uk/on-line/flight/flight/cierva.htm
Science Museum London - History of Flight. Cierva C30A Autogiro (1934)
http://www.ionet.net/~tpalmer/autogiro.html
Tim and Becky's Web Page. Un constructor amateur apasionado de los autogiros.
http://www.groenbros.com/
Groen Brothers Aviation Web Site. Una ventana al uso actual de los autogiros en la aviacion comercial.
http://www.rotorcraft.com/
Rotorcraft La página de Norman Helberg para entusiastas de los Autogiros.
http://www.webring.org/cgi-bin/webring?ring=gyroplanes;list
Gyroplanes Web Ring
http://www.pra.org/
The Popular Rotorcraft Association. El lugar ideal para encontrar a la gente que adora los helicópteros y los autogiros.
http://helicopter.virtualave.net/ciervac1.htm
Helicopter World. De La Cierva

pone de una pequeña ala para el vuelo a alta velocidad. El rotor se impulsa sólo antes del despegue y permanece en autorrotación durante el vuelo.

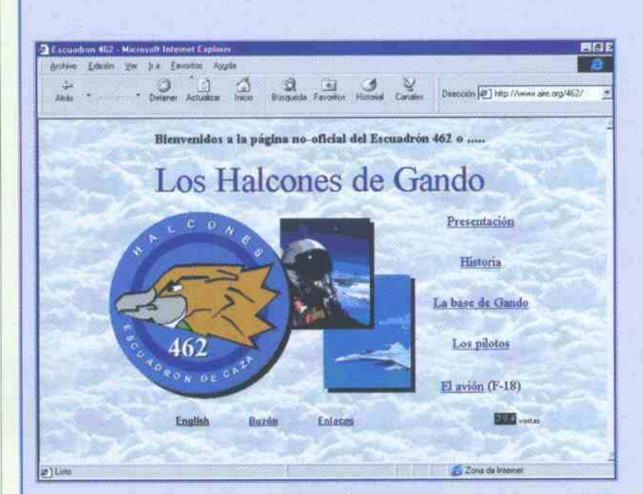
La admiración por el autogiro y su inventos dan vida a numerosas páginas que recogen su historia y su presente, así como su relación con el helicóptero. La página "Todo Sobre Helicópteros" trata de mostrar todo lo relacionado con el mundo de los helicópteros, desde abril de 1998, contando en este momento con la información de casi 400 helicópteros y autogiros (con datos, vistas, historia, fotos, etc.), más de 100 imágenes y temas para el escritorio de Windows, sonidos, iconos, todo ello relacionado con las "alas rotativas".

Algunos constructores amateur también se declaran apasionados del autogiro y podemos encontrar servidores como el de Rotorcraft desde donde emprender la búsqueda de fabricantes, piezas, planos o entusiastas de los autogiros ultraligeros para aprender, compartir experiencias y emular la aventura de Juan de la Cierva. ■

Los halcones de Gando en internet

Recientemente se ha inaugurado la página web no oficial del Escuadrón 462, o lo que es lo mismo, de los Halcones de Gando. La página se encuentra en www.aire.org/462 , está dedicada a los caidos de la unidad, y se compone de distintos apartados que abarcan temas como la historia del Escuadrón, la base de Gando, el perfil de los pilotos, y las características del F-18.

El objetivo principal de esta página es variado: Por una parte el difundir la existencia y el trabajo del 462, por otra parte el recuperar la historia de la unidad y de sus antecesoras, y por último el servir como punto de encuentro de todos los pilotos que han pasado por las unidades de combate de Gando durante más de sesenta años volando desde el "Chirri" hasta el F-18, sin olvidar aviones tan legendarios como los "Pedro", T-6, "Buchón", Saeta, F-5 o Mirage F-1.



Hermandad de Veteranos de las Fuerzas Armadas

Descripción y fines:
La Hermandad de Veteranos es una asociación independiente, de carácter benéfico y apolítico, no reivindicativa, sin ánimo de lucro, con estatutos oficialmente aprobados, inscrita en el registro correspondiente y constituida con arreglo a las Leyes Vigentes.
Los fines de la Hermandad son: "Dar continuidad a los valores e ideales que constituyen la esencia de las Fuerzas Armadas", atendiendo a la mutua ayuda, protección y apoyo de sus miembros.
De esto se deriva la necesidad de:

– Mantener y fortalecer los lazos de unión, amistad y compañerismo entre los asociados, y la protección y ayuda a los más necesitados.

– Gestionar para el conjunto de sus asociados y familiares cuantos beneficios sea posible para mejorar su situación moral, económica y social, y para que puedan vivir con el mayor decoro y dignidad, prestando siempre especial atención a los mayores, enfermos, viudas y en general a las familias más necesitadas de los asociados.

Delegaciones provinciales:
Los miembros de la Hermandad se agrupan en las 55 delegaciones de todo el territorio nacional, con la mayoría de sus sedes ubicadas en las Delegaciones de Defensa de las capitales de provincia y en las cabeceras de Zonas Marítimas. Actualmente acogen un total aproximado de 60.000 afiliados.
Las cuotas son prácticamente simbólicas y oscilan entre 500 pesetas anuales y las 3.800 que abonan los socios de empleos superiores incluyendo la suscripción a la revista "Tierra, Mar y Aire".

Miembros:
– *Miembros de Número:* todas aquellas personas, procedentes de las Fuerzas Armadas y de la Guardia Civil, que hayan dejado el servicio activo y quieran afiliarse sea cual sea su Cuerpo y empleo. Las viudas son acogidas igualmente como Miembros de Número.

– *Miembros Protectores:* Toda persona perteneciente o no a las FAS, que por su afinidad, afecto o simpatía hacia la Milicia y los Ejércitos, desee colaborar con la Hermandad.

– *Miembros de Honor:* aquellas personas que, en casos excepcionales y por sus relevantes servicios a la Hermandad, merezcan ser distinguidos con este nombramiento.

Ser miembro de la Hermandad de Veteranos es la situación natural de todo militar que haya terminado su servicio activo.

¿sabías que...?

• han sido creadas las Escuelas de Guerra de Tierra y Naval, y el Centro de Guerra Aérea?
Por lo que se refiere al Centro de Guerra Aérea, en él se desarrollarán los cometidos que tenía asignados la Escuela Superior del Aire y que no han sido transferidos a la Escuela Superior de las Fuerzas Armadas. (Órdenes Ministeriales números 81, 82 y 83 del año 2000; dadas todas ellas el 24 de marzo. BOD núm. 62, de 29 de marzo de 2000).

• ha sido desarrollado y aprobado por el Ministerio de Defensa el Plan Director de Armamento y Material?
En él se establece de manera global un marco coherente dentro del cual deberán abordarse en el futuro todas las necesidades de armamento y material del Ministerio de Defensa. Cronológicamente abarca seis años hacia atrás, para tener en cuenta los compromisos adquiridos en el pasado, y otros seis hacia delante, para atender a las repercusiones de los compromisos. (Revista Española de Defensa, núm. 145, marzo de 2000).

• se ha creado en el seno de la Dirección General de Armamento y Material, la Comisión Técnica Asesora de Metrología y Calibración de la Defensa? Tendrá la misión de satisfacer, de forma coordinada, las necesidades de metrología y calibración existentes en las Fuerzas Armadas y las que puedan existir en el futuro. Formará parte de ella, por el Ejército del Aire, un oficial de la Escala superior de oficiales nombrado por el jefe del Estado Mayor. (Orden Ministerial núm. 112/2000, de 14 de abril. BOD núm. 82 de 27 de abril de 2000).

• ha sido publicado el escalafón definitivo de las Escalas Técnicas de Oficiales del Cuerpo de Ingenieros Politécnicos del Ejército de Tierra y del Cuerpo de Ingenieros del Ejército del Aire? (Orden Ministerial núm. 113/2000, de 14 de abril. BOD núm. 82, de 27 de abril de 2000).

• se han modificado los Códigos de Identificación Orgánica del Ministerio de Defensa?
Afecta esta modificación a los órganos que integran las estructuras de las direcciones generales de Política de Defensa, de Personal y de Reclutamiento y Enseñanza Militar. (Resolución 79/2000, de 21 de marzo, del subsecretario de Defensa. BOD núm. 62, de 29 de marzo de 2000).

• según publica ABC, la Unión Europea proyecta una única gestión del espacio aéreo civil y militar?
La Comisaria Europea de Transportes, Loyola de Palacio, ha manifestado, en visita al centro de Eurocontrol en Maastricht, que para mejorar la saturada situación del tráfico aéreo europeo habría que establecer un espacio en el que la gestión del control sería común, desde el punto de vista civil y militar (ABC, 3 de mayo de 2000).

• por Orden de 17 de abril de 2000, se dan normas para la realización de las pruebas de aptitud física en los procesos selectivos para acceso a la enseñanza militar de formación para adquirir la condición de militar de carrera, militar de complemento y militar de carrera de la Guardia Civil?
Estas normas introducen la importante novedad de disponer que en los sistemas de selección no podrán existir más diferencias por razón de sexo que las derivadas de las distintas condiciones físicas que, en su caso, puedan considerarse en el cuadro de condiciones exigibles para el ingreso. (BOD núm. 77, de 19 de abril de 2000).

• en diciembre de 2002 se conocerá el nombre de los hospitales militares que mantendrá el Ministerio de Defensa y el de los que se desafecten?
Esta decisión se adoptará como resultado de los estudios que realizan varias comisiones integradas por técnicos destinados en el Órgano Central y en los Cuarteles Generales, para la reestructuración de la red hospitalaria de las Fuerzas Armadas. (Revista Española de Defensa núm. 145, de marzo de 2000).

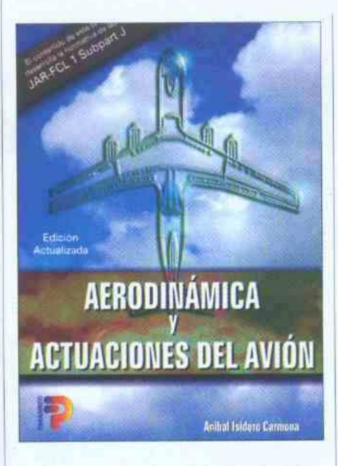
• se ha celebrado el tercer curso cívico-militar de Observadores en Misiones de Paz? (Revista Española de Defensa núm. 145, de marzo de 2000).

• por primera vez, una mujer desempeña en España el cargo de agregado militar? Se trata de la teniente coronel Marietta Tihanyi, acreditada como agregada militar en la Embajada de Hungría en España. (Revista Española de Defensa núm. 145, de marzo de 2000).

• se han publicado las listas de aspirantes admitidos y excluidos para las distintas escalas del Instituto de Técnica Aerospacial "Esteban Terradas"(INTA)?
Se refiere a las escalas de Delineantes Proyectistas, Preparadores de Laboratorios, Analistas y Operadores de Laboratorio, Científicos Superiores, Titulados Superiores de Servicios y Técnicos Especializados. (BOD núm. 70, de 10 de abril de 2000).

• han sido convocadas plazas en régimen de internado para el próximo cursos académico 2000/2001 en el Colegio Mayor Universitario "Jorge Juan"(Madrid) fundación de la Armada, para estudios universitarios?
Podrán solicitar estas plazas para sus hijos los militares de carrera y profesionales de tropa y marinería, en las diversas situaciones, así como cónyuges en distintas situaciones familiares. El plazo de admisión de instancias termina el día 15 de julio próximo. (Resolución 634/05951/00. BOD núm. 75, de 17 de abril de 2000).

Bibliografía

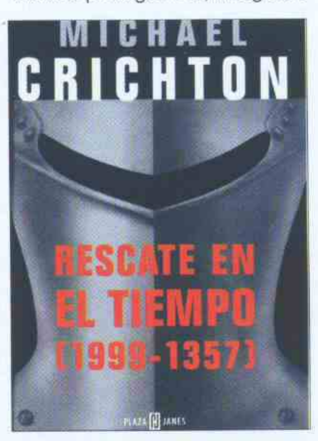


AERODINÁMICA Y ACTUACIONES DEL AVIÓN. Aníbal Isidoro Carmona. 10ª edición actualizada. Volumen de 610 páginas de 17x24. Editorial Paraninfo. ITP An International Thomson Publishing Company. Magallanes, 25. 28005 Madrid.

Este libro es un viejo amigo de una gran parte de los pilotos de transporte de muchas generaciones, tanto civiles como militares. Apareció hace 33 años en forma de apuntes, editado por la Oficina Técnica de Operaciones de IBERIA L.A. con el propósito de llenar el vacío que existía en publicaciones de tipo didáctico de esta disciplina en el idioma español, para ser utilizado como libro de texto en la formación de sus tripulaciones. En sucesivas ediciones, la obra ha experimentado ampliaciones y mejoras en la explicación de los distintos conceptos que la componen. Hoy en día constituye una magnífica y moderna obra, utilizada como libro de texto y consulta para pilotos, mecánicos de vuelo, técnicos de operaciones, despachadores de vuelos y controladores de la circulación aérea. Fue declarada de utilidad aeronáutica por el Ejército del Aire y esta ampliamente difundida por todo el mundo de habla española. La edición que se comenta tiene una cuidada presentación.

RESCATE EN EL TIEMPO (1999-1357). Michael Crichton. Traducción de Carlos Milla Soler. Volumen de 574 páginas de 15,7x23,3 cm. Plaza&Janés Editores, S.A. Travessera de Gràcia, 47-49. 08021 Barcelona. Título original: Timeline, primera edición.

Dentro del género de novelas de ciencia-ficción, el tema acerca del viaje del tiempo es uno de los más recurrentes. Cualquier aficionado a esta clase de relatos sabe que es uno de los más comunes y de los que tienen mayor éxito. Y para éxito el que está teniendo la obra comentada, que se mantiene ya varias semanas en las listas de los libros más vendidos, entre los diez primeros. Michael Crichton es el autor de éxitos editoriales como Parque Jurásico o El mundo perdido, que han sido llevados al cine con bastante fortuna de taquilla. En esta ocasión nos presenta una novela de aventuras en la que el comando protagonista, integrado



por jóvenes y audaces investigadores históricos, se traslada a la Edad Media en Francia y al mismo lugar en el que estaban trabajando en el tiempo actual, para rescatar al profesor que es su jefe, que les había precedido en el viaje en el tiempo y que no había podido regresar al presente, pero que había conseguido hacerles llegar su mensaje de socorro. En el relato, la acción trepidante en el medievo es simultanea a la que se desarrolla en el presente, en la que se produce la destrucción de la máquina del tiempo, poniendo en peligro el regreso del equipo. La explicación cuasi científica del mecanismo para el viaje a través del tiempo es bastante ingeniosa y aparentemente verosímil, para la que el autor utiliza principios de la física y mecánica cuántica además de una teoría acerca de la existencia de infinitos universos paralelos. Con todos estos ingredientes obtiene un relato apasionante que cautiva al lector.

GUERRA EN EL CIELO DE CANTABRIA. Emilio Herrera Alonso. Volumen de 128 pág. De 15x21,5 cm. Edita el Ministerio de Defensa, Secretaría General Técnica, Centro de Publicaciones. Edición de 1000 ejemplares, noviembre de 1999.

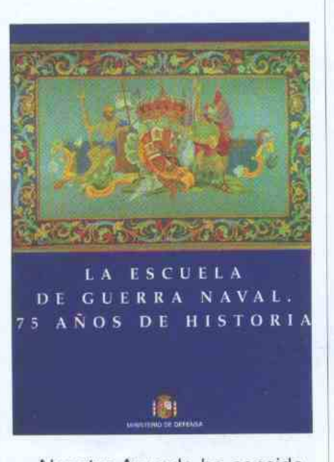
Nuestro estimado historiador de la aeronáutica, coronel Herrera, recoge en este pequeño volumen la actuación en la Guerra Civil española 1936/39 de las Fuerzas Aéreas de ambos bandos, enfrentadas en los cielos cántabros durante los casi quince meses que duró el denominado Frente Norte. Sostiene, con bastante razón, que el Gobierno de la República no abandonó en el aspecto aéreo a las fuerzas propias que luchaban en aquella zona. También defiende el comportamiento bélico de los aviadores republicanos, obligados por el terreno y la meteorología a un difícil despliegue de sus escuadrillas que actuaban casi siempre en inferioridad ante la eficaz y no menos heroica aviación nacional. La obra se estructura en una presentación y siete capítulos que relatan las acciones aéreas desde el inicio del conflicto hasta la caída de Gijón y, con esta ciudad, de todo el frente norte. Finaliza el relato con un emotivo epílogo. Concluye con una cronología de los hechos y acciones aéreas en el Cantábrico, más índices onomásticos, toponímicos y de ilustraciones, que son muy numerosas, y de las fuentes históricas consultadas.

EMILIO HERRERA ALONSO

GUERRA EN EL CIELO DE CANTABRIA

MINISTERIO DE DEFENSA

LA ESCUELA DE GUERRA NAVAL. 75 AÑOS DE HISTORIA. Coordinadora Guadalupe Chocano Higueras. Volumen de 230 páginas de 24x32 cm. Edita el Ministerio de Defensa, Secretaría General Técnica, Centro de Publicaciones. Edición de 1000 ejemplares, diciembre de 1999.



Nuestra Armada ha considerado conveniente publicar esta crónica histórica en el momento de la desaparición del Curso de Guerra Naval, ante la unificación de los Cursos de Estado Mayor en la Escuela Superior de las Fuerzas Armadas. La Escuela de Guerra Naval fue fundada en 1925 y ha cumplido 75 años de actividad. La obra que comentamos está prologada por el Jefe de Estado Mayor de la Armada y se estructura en una introducción y cinco capítulos referidos a antecedentes, fundación, organización y programación, etapa de desarrollo 1925/1959 y etapa de funcionamiento 1960/1999. Incluye una parte dedicada a los directores de la Escuela, con fotografías y datos cronológicos de cada uno de ellos. Finalmente, como no podría ser de otra manera, incluye seis apéndices en los que se relacionan profesores con los años de permanencia, y alumnos por promociones, y un último en el que se incluye el Reglamento de la EGN. La obra está excelentemente editada e incluye fotografías de indudable valor histórico. Su publicación constituye un verdadero acierto, desde cualquier punto de vista.